

Jornada de Divulgación de Relatividad del GIDF-GRAPAU: Un congreso de ciencia como extensión del aula

A. Aragoneses,^{1,3} A. Hernández-Fernández^{2,3}, N. Salán³

¹Departament de Física i Enginyeria Nuclear, UPC

² Departament de Lingüística General, Universitat de Barcelona, UB

³ Projecte RIMA, ICE-UPC

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC-BARCELONATECH)

andres.aragoneses@upc.edu

1. RESUMEN:

Un aspecto importante en la formación en ingeniería es la capacidad de saber exponer y defender un proyecto. Desde el proyecto RIMA (Recerca i Innovació en Metodologies d'Aprenentatge) del ICE-UPC, una acción conjunta de los grupos de interés GIDF (Grup d'Interès en la Docència de Física) y GRAPAU (Grup d'Interès en l'Aprenentatge Autònom) ha consistido en el diseño de una actividad para que el alumnado trabaje el aprendizaje autónomo y sus técnicas de comunicación, a la vez que les introduce en la dinámica de los congresos. En esta actividad el alumnado elabora y presenta un póster en una jornada de divulgación de relatividad abierta al público. Con esta participación se pretende que el alumno trabaje algunas competencias genéricas contempladas en las titulaciones de la UPC.

2. PALABRAS CLAVE : innovación docente, competencias genéricas, aprendizaje autónomo

3. DESARROLLO:

a) Objetivos:

Trabajar algunas de las competencias genéricas contempladas en las titulaciones de la UPC [1-9] como son la comunicación eficaz oral y escrita, el uso solvente de recursos de información, el aprendizaje autónomo, la emprendeduría y la innovación.

Que el alumnado se enfrente a una situación real en que ha de defender un trabajo propio ante un público ajeno, aunque interesado en la materia.

Que el alumnado se familiarice con la dinámica de los congresos.

b) Descripción del trabajo:

Los estudios de ingeniería han de preparar al alumnado para ser capaz de entender, desarrollar y exponer conceptos técnicos y científicos. Una parte importante del trabajo que deberán llevar a cabo futuros/as ingenieros/as es saber estructurar y transmitir los conceptos relacionados con diferentes proyectos a otras personas. En los últimos cursos de los estudios de ingeniería se trabaja la elaboración de proyectos en el campo de la ingeniería que se defienden siempre dentro del aula, ante compañeros/as y profesorado.

GIDF es un grupo de interés en la docencia en física y GRAPAU un grupo de interés en el aprendizaje autónomo, ambos del proyecto RIMA del ICE-UPC (<http://www.upc.edu/rima>). Aprovechando su experiencia en la mejora docente han elaborado conjuntamente un proyecto en que los alumnos trabajen el aprendizaje autónomo, la colaboración en equipo y las habilidades comunicativas. A tal fin han vinculado una asignatura de libre elección, *Relatividad especial*[10,11], a la Jornada de Divulgación de Relatividad (JDR), que se celebra de forma anual en Febrero en Terrassa (Barcelona) [12-14]. Es en el campus de la UPC en esta ciudad donde se imparte la asignatura. Durante los 5 años que se ha impartido la asignatura, hasta la fecha, el número de alumnos ha estado entre 15 y 21, salvo el primer año en que sólo se matricularon 11. El último curso han sido 21 los alumnos que se han matriculado en ella.

Para preparar al alumnado de cara a su exposición final en la JDR la asignatura se divide en tres partes que se evalúan de diferentes maneras. La asignatura consta de 35 horas lectivas.

- Las primeras 24 horas se dedican a una docencia más clásica, de clases magistrales de teoría y resolución de problemas, en la cual el profesorado desarrolla la materia. Aquí se exponen los conceptos básicos y se profundiza en algunos de ellos. Durante esta primera fase el alumnado es evaluado mediante la entrega de problemas que se plantean semanalmente y con un breve examen.
- En la segunda fase de la asignatura, las siguientes 8 horas, profesorado de otras universidades o de diferentes escuelas de la propia UPC es invitado a impartir conferencias sobre temas relacionados con la relatividad. En el área metropolitana de Barcelona y sus alrededores hay varias universidades, tres de las cuales tienen grupos de investigación de física (UPC, UAB y UB). Esto ofrece una amplia variedad de investigadores y profesores expertos en temas de relatividad, cosmología, astrofísica, física nuclear o historia de la ciencia, temas muy ligados a la asignatura en cuestión. Estas conferencias permiten al alumnado:
 - Tener una perspectiva general de la ciencia y conocer ejemplos de su relevancia en el desarrollo de la ingeniería y de

la sociedad, así como ver la importancia de tener una formación amplia de cara al trabajo de ingeniero.

- Conocer las líneas de investigación actuales en física y la importancia de la ingeniería en los complejos experimentos que se están llevando a cabo en esa disciplina.
- Poder observar diferentes técnicas de comunicación en una conferencia por parte de personas que acostumbran a exponer sus investigaciones en congresos científicos. Esto permite al alumnado pensar en cómo estructurar sus exposiciones.

Algunos de los temas tratados en las conferencias son: las ondas gravitatorias, la ciencia y la ingeniería del proyecto Manhattan, la materia oscura, los viajes interestelares, la vida de Einstein, el funcionamiento de las centrales nucleares o la historia de la física. Mediante ellas, el alumnado tiene la posibilidad, tanto de recibir, como posteriormente de enfocar y realizar divulgación científica en el ámbito de la física de una forma diferente a la tradicional en el ámbito universitario, lo cual es uno de los objetivos del GIDF.

A fin de poder conocer la opinión de los alumnos respecto a las conferencias y así valorar su interés y aceptación, se les pidió que contestasen la siguiente encuesta al respecto:

Encuesta conferencias

Valora de 0 (nada de acuerdo) a 4 (completamente de acuerdo) las siguientes preguntas:

- 1.- *Los temas de las conferencias los he encontrado interesantes.*
- 2.- *Las conferencias me han aportado información que desconocía.*
- 3.- *Los conferenciantes han sido claros en sus exposiciones.*
- 4.- *Encuentro acertado el que se organicen las conferencias en el marco de la asignatura.*
- 5.- *Me interesa el poder ampliar mi cultura científica.*
- 6.- *Encuentro importante para mi formación el tener una amplia cultura científica.*
- 7.- *Encuentro que no se ofertan suficientes conferencias o actividades de divulgación científica a los largo de la carrera.*

- 8.- Considero que estoy al día de los avances científicos y tecnológicos.
- 9.- Hubiese preferido más clases de teoría/problemas de la asignatura en vez de conferencias.
- 10.- Si se ofertase otra asignatura sobre ciencia moderna o historia de la ciencia me matricularía en ella.
- ¿Qué otros temas científicos te gustaría que se tratasen en próximas conferencias?

Los resultados de la encuesta se muestran en la siguiente figura:

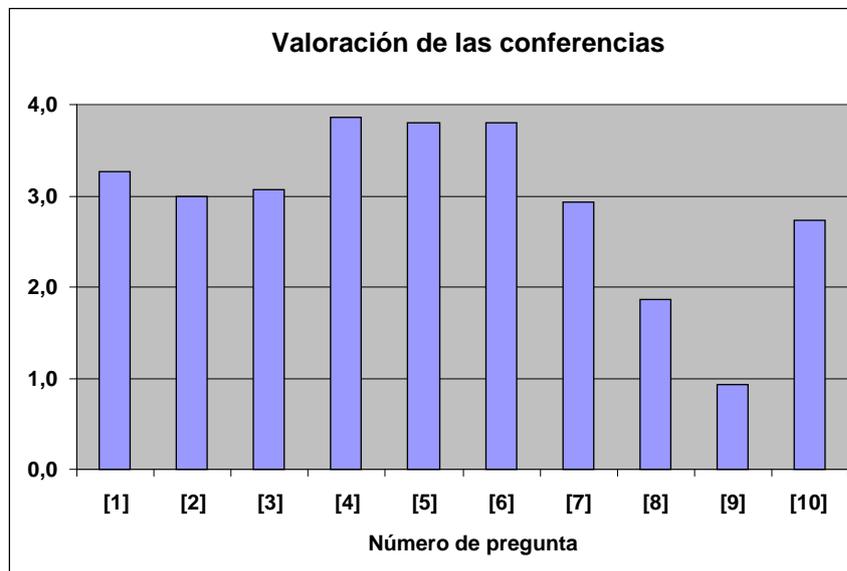


Figura [1] Resultado de la valoración de las conferencias por parte de los alumnos.

- La tercera fase de la asignatura consiste en la elaboración de un póster. Durante la asignatura el profesor sugiere diferentes temas a desarrollar por el alumnado, todos ellos relacionados con los conceptos estudiados en clase o expuestos en alguna de las conferencias. Cada uno de los temas supone el desarrollo de algún concepto concreto de la relatividad especial o algún problema de especial interés. Algunos alumnos, en función de sus inquietudes buscan y proponen temas alternativos que quieren estudiar. A lo largo de la asignatura se hace un seguimiento de la evolución de los trabajos. Se marcan unas pautas de entrega que se harán en formato electrónico.

1ª entrega	2ª entrega	3ª entrega	4ª entrega	5ª entrega	6ª entrega
Elección del título y los conceptos a tratar	descripción de los pasos a seguir para la resolución del problema	entrega del resumen del póster	entrega de la resolución del problema planteado	entrega de las conclusiones	entrega final del póster

La evaluación del trabajo del alumnado consta de varios apartados:

- 1) Corrección de los problemas entregados semanalmente durante la fase de exposición del profesorado (supone el 30% de la nota).
- 2) Un examen al final de la primera fase (supone el 20% de la nota). En el examen se les pide que resuelvan dos problemas tipo de relatividad especial y también se les hacen preguntas sobre las conferencias a que han atendido.
- 3) Evaluación del póster. Esta evaluación se hace a partes iguales entre alumnado y profesorado. Previamente se reparte una rúbrica con las instrucciones detalladas de los aspectos que se valorarán. Esto permite al alumnado enfocar el póster teniéndolo en cuenta y les ayuda a trabajar los aspectos importantes. El póster se presenta en el aula al final de la asignatura. Los compañeros deberán rellenar la rúbrica y valorar los aspectos indicados, de igual manera que hará el profesor (supone el 50% de la nota global). Aquí se valorarán tanto la resolución más técnica del problema planteado como la capacidad del alumnado para exponerlo y conseguir que su público comprenda el trabajo.

4. PRESENTACIÓN Y DEFENSA DEL TRABAJO ANTE EL PÚBLICO EXTERNO A LA ASIGNATURA:

Terrassa es la segunda ciudad universitaria de Cataluña, tras Barcelona. Ha sido distinguida como *Ciudad de la Ciencia y la Innovación* por el Ministerio de Ciencia e innovación. En ella tienen presencia cinco universidades. Es en una de las escuelas de la Universitat Politècnica de Catalunya, pero abierta a todos los alumnos del campus, donde se desarrolla la asignatura de relatividad especial. La ciudad tiene también el *Museu de la Ciència i la Tècnica de Catalunya*, dependiente de la Generalitat de Catalunya y la *Agrupació Astronòmica de Terrassa*. Es en colaboración con la agrupación

astronómica y con el apoyo del museo y el ayuntamiento de Terrassa, conmemorando la visita de Albert Einstein a la ciudad en 1923, que se celebra desde 2008 la Jornada de Divulgación de Relatividad de Terrassa (http://www.terrassadigital.cat/detall_actualitat/?id=10947). Dicha jornada está dedicada a hacer difusión de la física, alrededor de la figura de Albert Einstein y la relatividad. El esquema del programa se repite todos los años. En ella se imparten tres conferencias de la mano de investigadores y divulgadores de ciencia, se celebran dos coloquios de cine científico, un taller de física y una observación astronómica. Todo ello para acercar la ciencia, y inconcreto la física, a la sociedad, para favorecer el diálogo entre los expertos y el público general.

Es en este entorno donde el alumnado de la asignatura *relatividad especial* expone sus trabajos, ante un público variado, pero con gran interés por la ciencia y con un mayor o menor grado de conocimientos científicos (profesorado y alumnado, tanto de secundaria como de universidad, aficionados a la ciencia, personas con mayor o menor formación técnica, pero con inquietud por temas científicos, ...). Entre la documentación que se entrega al público asistente se incluye una encuesta para conocer su valoración de las exposiciones de los alumnos. Puesto que la jornada tiene lugar justo después de acabar el primer cuatrimestre (último fin de semana de febrero) los resultados de estas encuestas no forman parte de la evaluación de los alumnos, pero sí permiten valorar la actividad docente llevada a cabo.

Los alumnos recibieron previamente la rúbrica que se repartiría a los asistentes al congreso, a fin de que, en la preparación del póster, tuviesen en cuenta aquellos aspectos importantes para una buena comunicación de sus trabajos.

Elemento a valorar	A	B	C	D
1. El póster: valoración visual general.	El póster es visualmente atractivo, destaca.	El póster es agradable visualmente.	El póster es visualmente correcto.	El póster no es agradable visualmente.
2. El póster: Aspectos comunicativos (tipografía, color, funcionalidad ...)	El póster se lee bien, los colores están bien escogidos y los gráficos y figuras ayudan a la comprensión.	El póster se lee bien, la elección de color es correcta, aunque los gráficos y figuras no mejoran notablemente la comprensión.	El póster no se lee bien, la elección de colores no es la ideal, aunque los gráficos complementen su comprensión.	El póster no se lee bien, los colores no son apropiados y los gráficos no mejoran la comprensión.

Elemento a valorar	A	B	C	D
3. El póster: exposició de contenidos y presentación.	El póster refleja perfectamente el trabajo realizado y es explicativo.	El póster recoge la esencia del trabajo realizado aunque no es demasiado explicativo.	El póster no recoge parte de la esencia del trabajo, y no es muy explicativo.	El póster no recoge la esencia del trabajo y no es explicativo.
4.El póster: composición, estética coherencia y armonía gráfica.	El póster posee una muy buena composición, hay armonía y buena coherencia gráfica.	El póster posee una buena composición, hay una armonía y coherencia gráfica correctas.	El póster posee una muy composición pasable, aunque no demasiada armonía y poca coherencia gráfica.	El póster posee una composición errónea, no hay armonía ni coherencia gráfica.
5.Comunicación Oral: Exposición	La exposición es estimulante. Capta la atención en todo momento y facilita el seguimiento del contenido. El ponente se preocupa de que se entienda su explicación.	La exposición es agradable pero el seguimiento del contenido no es fácil.	La exposición ha sido vaga. El ponente ha mostrado interés en hacerse entender pero no se ha podido seguir el contenido.	La exposición ha sido pesada y confusa. No se ha entendido el tema expuesto.
6.Comunicación Oral: Estructura y formato	Queda claro el objetivo desde el principio y los contenidos de cada apartado. Hay un hilo conductor claro.La exposición ha sido estructurada y concisa.	Queda claro el objetivo desde el principio pero no todos los contenidos. La exposición ha sido estructurada.	Queda claro el objetivo pero no los contenidos. La exposición no ha sido estructurada aunque se intuía un hilo conductor.	No quedan claro ni el objetivo ni los contenidos. La exposición ha sido vaga y sin un hilo conductor.
7. Comunicación Oral: Duración	La duración ha sido adecuada en cada parte del trabajo. 5 minutos es lo correcto para un Póster.	La duración de cada apartado ha estado descompensada pero la duración total ha sido correcta.	La duración de cada apartado ha estado descompensada y ha sobrepasado la duración total por poco.	La duración de cada apartado ha estado descompensada y se ha excedido mucho en la duración.

Elemento a valorar	A	B	C	D
8. Comunicaci ón Oral: Trabajo en grupo	Todos los miembros han participado activamente en la exposici3n y las preguntas.	Todos los miembros han participado activamente en la exposici3n aunque las preguntas s3lo eran respondidas por algunos de ellos.	Algunos miembros han quedado excluidos de la exposici3n o de las preguntas	Algunos miembros han quedado excluidos de la exposici3n y de las preguntas
9. Comunicaci3n Oral: Respuestas	Las respuestas a las preguntas formuladas han sido claras y resolutivas.	No ha habido preguntas.	Las respuestas han sido aproximadas y con vaguedades.	Las respuestas no han sido adecuadas.
10. GLOBAL: Creatividad	El trabajo en su conjunto, tanto el aspecto gr3fico como la presentaci3n oral, es muy original, hay estilo y muy buena estrategia comunicativa.	El trabajo en su conjunto, tanto el aspecto gr3fico como la presentaci3n oral, posee alg3n aspecto original, con un estilo propio correcto.	El trabajo en su conjunto, tanto el aspecto gr3fico como la presentaci3n oral, no es demasiado original, sin aspectos destacables en las estrategias de comunicaci3n.	El trabajo en su conjunto es mon3tono, tanto el aspecto gr3fico como la presentaci3n oral, es poco original y posee una estrategia comunicativa inadecuada.

TÍTULO DEL PÓSTER: _____
NOMBRE EVALUADOR: _____

Aspectos a valorar		ítem	A	B	C	D	Uso pauta (SI/NO)
EL PÓSTER	1	Valoraci3n visual general					
	2	Aspectos comunicativos					
	3	Contenidos					
	4	Composici3n y est3tica					

COMUNICACIÓN ORAL	5	Exposición					
	6	Estructura y formato					
	7	Duración					
	8	Trabajo en equipo					
	9	Respuestas a preguntas					
CREATIVIDAD	10	Originalidad y estilo					

VALORE DE la A a la D cada uno de los ítems, marcando con una cruz (X) en la casilla que corresponda, según si le gusta mucho (A), bastante (B), poco(C) o nada (D). Puede orientarse por la pauta de la tabla si lo necesita. Marque con una cruz si ha necesitado leer la pauta para valorar algún aspecto.

La valoración de los asistentes a la JDR se muestra en el siguiente gráfico:

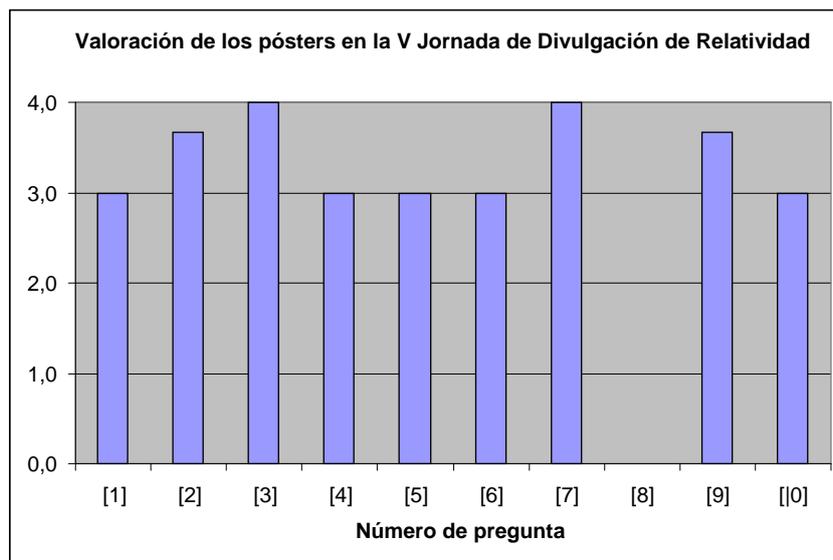


Figura [2] Resultado de la valoración, por parte de los asistentes a las JDR, de los pósters presentados por los alumnos.

Un aspecto que hemos considerado importante a tener en cuenta es la carga docente sobre el alumnado. Hasta qué punto la actividad supone un sobreesfuerzo por su parte y hasta qué punto ha sido pautado adecuadamente. Por ello se ha pedido que contesten las siguientes preguntas sobre el desarrollo del proyecto:

Impresión sobre las actividades de aprendizaje autónomo

- 1.- La actividad está en concordancia con el contenido de la asignatura (0: desacuerdo, 4: de acuerdo).
- 2.- ¿Cuál es el grado de dificultad de la actividad? (0: muy bajo, 4: muy alto).
- 3.- ¿Cuánto tiempo has empleado en la actividad? (0: poco, 4: mucho).
- 4.- La autoevaluación te hace más consciente de los errores y mejora el aprendizaje mejor que una corrección por parte del profesor (0: desacuerdo, 4: de acuerdo).
- 5.- El contenido de la rúbrica es comprensible y facilita la corrección (0: desacuerdo, 4: de acuerdo).
- 6.- El sistema de evaluación es justo y apropiado (0: desacuerdo, 4: de acuerdo).
- 7.- El sistema de entrega y consulta de la actividad mediante la página web de la asignatura es fácil y conveniente (0: desacuerdo, 4: de acuerdo).
- 8.- Considero El realizar la actividad y su subsiguiente corrección consolida los contenidos de la asignatura (0: desacuerdo, 4: de acuerdo).

Las respuestas a las preguntas se muestran en la siguiente figura:

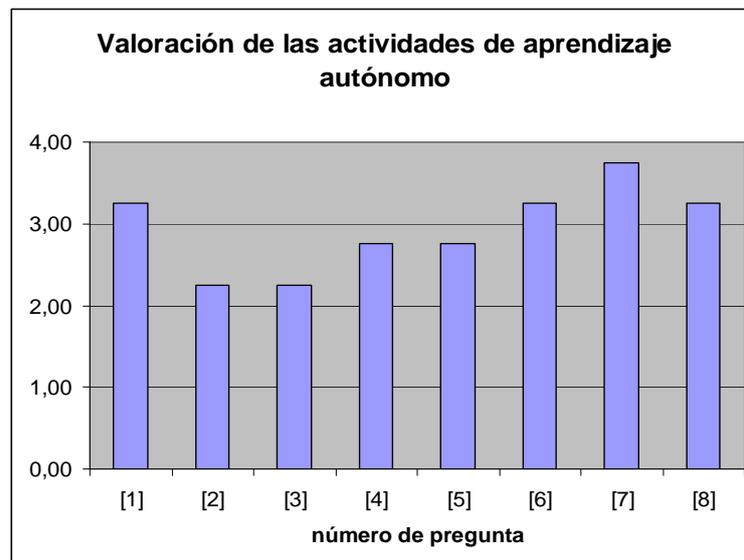


Figura [3] Resultado de la valoración de los alumnos, de las actividades de aprendizaje autónomo contenidas en el proyecto.

7.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Basándonos en los resultados del alumnado en las diferentes actividades evaluadas y en las diferentes encuestas se pueden valorar los resultados de la actividad, tanto de la satisfacción y valoración del alumnado como de los objetivos alcanzados por ellos mediante el planteamiento de la actividad.

1.- Valoración de las conferencias:

Todas las actividades planteadas buscan que el alumnado mejore su habilidad para exponer y defender sus investigaciones ante un público, tanto lego como experto en el tema. La primera de estas actividades, las conferencias de profesores invitados, impartidas en el aula, fue recibida muy positivamente por los alumnos. Por una parte, el alumnado valora de manera positiva que se ofrezcan, dentro de la asignatura, conferencias de divulgación científica de la mano de profesores externos y expertos en los diferentes temas. Según las encuestas, bastantes de los alumnos encuentran que tienen pocos conocimientos de la ciencia que se está investigando hoy en día y que tienen pocas oportunidades de ampliarla dentro de los planes de estudio. Uno de los aspectos en que estuvieron más de acuerdo (preguntas [4], [5] y [6]) es en que encuentran importante para su formación como ingenieros el tener un amplio conocimiento de la ciencia que se está investigando hoy en día, por lo que valoran muy positivamente el que se les ofrezcan oportunidades donde ampliar estos conocimientos y estar al día en ciencia e innovación. Algunos de los temas científicos por los que muestran interés son temas de intensa investigación actual y con clara relación con la ingeniería, como puede ser la física cuántica, los aceleradores de partículas o la física nuclear. En concreto, un 47% de los alumnos coincidían en temas de *física cuántica y aplicaciones a la vida diaria*.

2a.- Valoración de la exposición en el aula:

La primera exposición de los pósters que presenta el alumnado es en el aula, frente a sus compañeros y el profesor. En esta exposición los trabajos van a ser evaluados, tanto por el profesor como por los alumnos. Cada grupo de alumnos tiene la rúbrica y la plantilla de evaluación. Todos han dispuesto de ella para la elaboración del trabajo, por lo que son conscientes de los aspectos a puntuar. La puntuación que hacen los alumnos de sus compañeros, de manera anónima, coincide en gran medida con la del profesor. Apenas se aprecia una desviación de un punto en cada apartado. Esto muestra que han asimilado y son conscientes de los aspectos importantes de la exposición y defensa del póster. En sus críticas a los trabajos de sus compañeros acostumbran a ser exigentes, tanto con los contenidos como con las técnicas comunicativas. El que dispongan de pautas y una rúbrica que les oriente a desarrollar el trabajo les ayuda a presentar un buen trabajo propio y a valorar de manera rigurosa los trabajos ajenos.

2b.- Valoración de la exposición en la Jornada de Divulgación:

La valoración que hacen los asistentes a la JDR es positiva. Los aspectos que más valoran (con la mayor puntuación) hacen referencia a los aspectos comunicativos, tanto del póster elaborado como de las respuestas a las preguntas formuladas por el público. Ninguno de los aspectos a valorar obtuvo una puntuación menor de 3 sobre un máximo de 4. Los comentarios de los asistentes fueron positivos. Hubo uno de los asistentes que mostró su interés por poder disponer del formato electrónico de alguno de los póster, mientras que un profesor de física de un instituto de secundaria de Barcelona invitó a los alumnos a presentar los pósters en su centro, ante sus alumnos de segundo de bachillerato pues, por una parte, aspectos de relatividad especial entran en el currículo de bachillerato y por otra parte, valoró interesante el trabajo de exposición de los resultados científicos.

3.- Valoración de las actividades de aprendizaje autónomo:

Observando los resultados de la encuesta, los aspectos mejor valorados son que la actividad es adecuada al contenido de la asignatura, la gestión de sus contenidos mediante Internet, que encuentran justo el sistema de evaluación y que el planteamiento les ayuda en el aprendizaje, todas con puntuación por encima de 3. Los aspectos [2] y [3] deben analizarse de diferente manera, pues un valor intermedio sería óptimo al referirse a dificultad y tiempo empleado. Si bien están un poco por encima del valor medio no lo sobrepasa en exceso.

Valoración final:

Es importante que el trabajo esté pautado para asegurar que el resultado final consiga los objetivos, de resolución de un problema científico por una parte y de éxito en la difusión de sus resultados por otra. Es también necesaria la supervisión del tema escogido para asegurarse de que serán capaces los estudiantes de abordarlo, pues algunos problemas planteados por el grupo pueden estar fuera su alcance.

El proyecto global de elaboración y defensa en público del póster ha demostrado ser una herramienta útil para el aprendizaje de contenidos y metodologías. La organización y las pautas seguidas ayudan a implicar a los alumnos en la asignatura y en su proceso de aprendizaje. Se han tratado, de manera especial, aspectos de aprendizaje autónomo (uno de los objetivos de GRAPAU) y de comunicación, tanto visual como oral, obteniendo unos resultados satisfactorios. Además se realiza así la conexión positiva del alumno y de los contenidos que aprende en la Universidad con la sociedad, obteniendo el reconocimiento externo del público y una motivación añadida. El alumnado comprende de forma directa la relevancia de la difusión de la ciencia a la sociedad (objetivo de GIDF), tanto como parte de

su trabajo como futuro científico o investigador, como por la necesidad social de comprender a qué se destinan los recursos públicos y cómo la investigación, tanta básica como aplicada, puede repercutir en ella.

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Consell de Govern de la UPC. *Marc per al disseny i la implantació dels plans d'estudis de grau a la UPC*. Acord número 38/2008, de 9 d'abril, del Consell de Govern. Barcelona.
- [2] *Aproximació al disseny de titulacions basat en competències*. Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2008. Barcelona (enllaç: http://www-ice.upc.edu/documents/eees/disseny_titulacions_competencies.pdf).
- [3] Waller, Kathy V. *Writing Instructional Objectives*. CLS(NCA), NAACLS Board of Directors
(enllaç: <http://www.naacls.org/docs/announcement/writing-objectives.pdf>).
- [4] *Guia per desenvolupar les competències genèriques en el disseny de titulacions. Treball en equip*. Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2008. Barcelona.
- [5] Consell de Govern de la UPC. *Marc per al disseny i la implantació dels plans d'estudis de grau a la UPC*. Acord número 38/2008, de 9 d'abril, del Consell de Govern. Barcelona.
- [6] *Aproximació al disseny de titulacions basat en competències*. Institut de Ciències de l'Educació UPC, 2008. Barcelona (http://www-ice.upc.edu/documents/eees/disseny_titulacions_competencies.pdf).
- [7] Biggs, J. *Teaching for Quality Learning at University*. SHRE, Open University Press, 1999., <http://www.engsc.ac.uk/er/theory/> (last consultation: November 2011)
- [8] https://www.upc.edu/eees/disseny_assignatures/quia-docent/copy2_of_els-objectius (last consultation: november 2011)
- [9] Armengol, J., Hernández J., Mora J, Rubio J, Sánchez F., Valero M. *Experiències sobre el uso del portafolio del estudiant en la UPC*. Revista de docència Universitària, III, Monogràfic III (June 2009), http://www.um.es/ead/Red_U/m3/ (last consultation: september 2011).
- [10] J. Marcé-Nogué, N. Salán, A. Aragoneses, E. Bernat, C. Escrig, B. Otero, E. Rupérez, S. Illescas. *Teaching Engineering with Autonomous Learning Tools : Good practices in GRAPAU-RIMA*, WCES 2012.
- [11] www.relatividadespecial.com
- [12] http://www.terrassadigital.cat/detall_actualitat/?id=1438
- [13] http://www.relatividadespecial.com/index2.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=181
- [14] http://www.terrassadigital.cat/detall_actualitat/?id=10947