

JORNADA
INGEGRAF
2016



24 de Junio del 2016
Zaragoza, España

Libro de Actas

Contribución
de la Ingeniería Gráfica
a la sociedad:

INGEGRAF+D+i



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



JORNADA DE INGENIERÍA GRÁFICA
ZARAGOZA - 24 de junio de 2016

ACTAS DE LA JORNADA

JORNADA “Ingegraf+D+i”
Contribución de la ingeniería gráfica a la sociedad
Universidad de Zaragoza

INGEGRAF

Edita: UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
ISBN: 978-84-16723-11-9
Imprime: Prensas Universitarias de Zaragoza
Diseño de portada: Erika Leal Santiago

CONTENIDOS

Comité Organizador 1

Comité Científico 1

ÍNDICE DE COMUNICACIONES 3

COMITÉ ORGANIZADOR:

Presidente:	D. Guillermo Peris-Fajarnés	Universitat Politècnica de València
Vocales:	D. Pedro Ubieto Artur	Universidad de Zaragoza
	Dña. Beatriz Defez García	Universitat Politècnica de València
	D. Ismael Lengua Lengua	Universitat Politècnica de València
	Dña. Aranzazu Fernández Vázquez	Universidad de Zaragoza
	D. César García Hernández	Universidad de Zaragoza
	D. Ramón Miralbés Buil	Universidad de Zaragoza
	Dña. Ana Cristina Royo Sánchez	Universidad de Zaragoza
	Dña. Anna Maria Biedermann	Universidad de Zaragoza

COMITÉ CIENTÍFICO:

Presidente:	D. Felix Sanz Adán	Universidad de La Rioja
Vocales:	D. Guillermo Peris-Fajarnés	Universitat Politècnica de València
	D. Pedro Ubieto Artur	Universidad de Zaragoza
	Dña. Beatriz Defez García	Universitat Politècnica de València
	D. Ismael Lengua Lengua	Universitat Politècnica de València
	D. Fernando Brusola Simón	Universitat Politècnica de València
	D. David Corbella Ribes	Universidad Politécnica de Madrid
	Dña. Paz Morer Camo	Universidad de Navarra
	Dña. Irene Sentana Gadea	Universidad de Alicante
	D. César Otero González	Universidad de Cantabria
	D. Francisco Canvas Martínez	Politécnica de Cartagena
	D. César García Hernández	Universidad de Zaragoza
	D. Ramón Miralbés Buil	Universidad de Zaragoza
	Dña. Ana Cristina Royo Sánchez	Universidad de Zaragoza
	D. José Luís Santolaya Sáez	Universidad de Zaragoza

ÍNDICE DE COMUNICACIONES

1.- ANÁLISIS DE DISEÑO DE PACKAGING DESDE LA PERCEPCIÓN DE LAS EXPECTATIVAS DE USUARIO

Laura Diago Ferrer, Natalia Muñoz López..... Pág. 7

2.- AYUDÁNDONOS MUTUAMENTE, MÁS Y MEJOR INTERVENCIÓN CON DINÁMICA COOPERATIVA EN 1ER CURSO EN GRÁFICOS DE INGENIERÍA

Egoitz Sierra Uria, Rikardo Minguez Gabiña, Eneko Solaberrieta Mendez, Lander Barrenetxea Apraiz, Mikel Iturrate Mendieta, Nestor Goikoetxea Larrakoetxea... Pág. 11

3.- DESARROLLO DE HERRAMIENTA DE RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES ADQUIRIDAS MEDIANTE DRONES APLICADAS AL CULTIVO DEL MAIZ

Ramón Miralbes Buil, David Ranz Angulo..... Pág. 19

4.- DIBUTEC: UNA PLATAFORMA MULTIDISPOSITIVO E INTERACTIVA PARA ESTUDIAR DIBUJO DE INGENIERÍA

Pablo Pando Cerra, Pedro Ignacio Álvarez Peñín, Bernardo Busto Parra, Humberto Fernández Álvarez..... Pág. 23

5.- DISEÑO DE VIVIENDAS SOSTENIBLES ENERGÉTICAMENTE: ANÁLISIS COMPARATIVO

Marian Martínez, Félix Sanz-Adan, Rubén Mardones, Esteban Fraile, Javier Ferreiro, Jacinto Santamaria-Peña Pág. 29

6.- DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UNA PRÓTESIS MUCOSOPORTADA EN EL MAXILAR INFERIOR CON CALIDAD ÓSEA TIPO I

Francisco Cavas Martínez, Daniel García Fernández-Pacheco Pág. 37

7.- DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PORTÁTIL PARA EL ACCESO DE PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA A VEHÍCULOS

Olga Latre Ayén, David Ranz Angulo, Ramón Miralbes Buil..... Pág. 43

8.- DOCENCIA EN INGENIERÍA GRÁFICA: APRENDER JUGANDO

Valentín Gómez-Jáuregui, Cristina Manchado, César Otero..... Pág. 49

9.- ESTADO DEL ARTE DE LA TECNOLOGÍA WEARABLE. FUTURAS APLICACIONES INDUSTRIALES

Leire Francés, Paz Morer, M. Isabel Rodríguez, Aitor Cazón..... Pág. 53

10.- FLIP TEACHING APLICADO EN LA ASIGNATURA DE TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Ismael Lengua, Guillermo Peris-Fajarnés, Lúcia Monreal Mengual, Fernando Buchón Moragues Pág. 65

11.- I JORNADA CIENTÍFICO CREATIVA. “JÓVENES INVENTORES”

Ignacio López-Forniés..... Pág. 71

12.- LA TECNOLOGÍA BIM EN EL ÁMBITO INDUSTRIAL: UNA EXPERIENCIA DOCENTE

Pedro Ignacio Álvarez Peñín, Rafael Pedro García Díaz, Antonio Bello García..... Pág. 75

13.- LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEL CITG-UPV: PROCESADO DE IMAGEN Y SONIDO PARA LA AYUDA A PERSONAS CIEGAS

Guillermo Peris-Fajarnés, Ismael Lengua, Beatriz Defez García, Larisa Dunai, Víctor Santiago Praderas, Fernando Brusola Simón..... Pág. 81

14.- LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEL GIT-UNIOVI: MODELIZACIÓN EN 3D PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SOSTENIMIENTO DE INTERSECCIONES DE TÚNELES

María Belén Prendes Gero, Martina Inmaculada Álvarez Fernández, Celestino González Nicieza, Carlos Laín Huerta..... Pág. 87

15.- LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO EGICAD (UC): EVALUACIÓN DE IMPACTO VISUAL

Cristina Manchado, Valentín Gómez-Jáuregui, César Otero..... Pág. 93

16.- METODOLOGÍA APRENDIZAJE SERVICIO APLICADA A UN TRABAJO FIN DE GRADO EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Víctor Figuerola Esteban; Anna Biedermann; Ana Serrano Tierz, José Luis Santolaya Sáenz..... Pág. 97

17.- METODOLOGÍA NUMÉRICA DE SIMULACIÓN PARA EL DISEÑO DE POSTES DE SEGURIDAD.

C. Javier Ortún, Ramón Miralbés, David Ranz.....Pág. 101

18.- METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE ANALYSIS OF PROPRIOCEPTION

Santiago-Praderas, Víctor, Juan F. Guerrero-Martínez, David Muñoz Rodriguez, Fernando Brusola Simón, Guillermo Peris Fajarnes, Beatriz Defez Garcia, Andrea Victoria Arciniegas Villanueva.....Pág. 107

19.- MODELADO 3D DE UN IMPLANTE DENTAL EN EL HUESO MAXILAR MEDIANTE TÉCNICAS DE GEOMETRÍA COMPUTACIONAL. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO BIOMECÁNICO

Francisco Cavas Martínez, Daniel García Fernández-Pacheco..... Pág. 117

20.- PROGRAMAS DE BAJO COSTE PARA EL DISEÑO Y MODELIZADO 3D EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA GRÁFICA

Jacinto Santamaría-Peña; Marco A. Benito; Félix Sanz-Adan; David Arancón; Marian Martínez..... Pág. 123

21.- RECONSTRUCCIÓN TRIDIMENSIONAL PERSONALIZADA DE LA ARTICULACIÓN DE RODILLA

Francisco Cavas Martínez, Daniel García Fernández-Pacheco..... Pág. 131

22.- SELF CAD: COMPLEMENTO INTERACTIVO PARA FACILITAR EL AUTOAPRENDIZAJE CON AUTOCAD

Pablo Pando Cerra, Pedro Ignacio Álvarez Peñín, Bernardo Busto Parra, Humberto Fernández Álvarez..... Pág. 137

23.- SILLA DE RUEDAS MODULABLE LOW COST

Bernardo Pajares Moreno, Guillermo Peris-Fajarnés, Beatriz Defez Garcia, Ismael Lengua Lengua Pág. 143

24.- SISTEMA DE MEJORA CONTÍNUA DE RECURSOS DIDÁCTICOS EN LAS ASIGNATURAS DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA

Fernández San Elías, Gaspar; Romera Zarza, Andrés Luis; et alter..... Pág. 147

25.- ¿SON AÚN NECESARIOS LOS PROGRAMAS CAD 2D EN EL ÁMBITO DE LA INGENIERÍA Y LA ARQUITECTURA?

Aranzazu Fernández-Vázquez..... Pág. 165

26.- SOSTENIBILIDAD EN DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTO. APLICACIÓN A UN CASO DE ESTUDIO

José Luis Santolaya Sáenz, Enrique Lacasa Ferrer, Anna María Biedermann, Hippolyte Amaveda Metonou..... Pág. 171

27.- VISUAL THINKING, EL EMPLEO DE RECURSOS GRÁFICOS PARA OPTIMIZAR NUESTROS PROYECTOS.

Rosana Sanz-Segura , Carlos Romero-Piqueras..... Pág. 177

ANÁLISIS DE DISEÑO DE PACKAGING DESDE LA PERCEPCIÓN DE LAS EXPECTATIVAS DE USUARIO

Laura Diago Ferrer^{1*}, Natalia Muñoz López¹

1) Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza, calle
María de Luna 3, 50018, Zaragoza.

*lauradf@unizar.es

RESUMEN

El packaging de un producto tiene como objetivo proteger el contenido, agilizar el transporte, la manipulación y el almacenamiento, atraer la atención de los clientes y ser la principal ventana de comunicación hacia el consumidor. La presentación de un producto es fundamental, tanto que puede determinar que un producto sea un éxito o un fracaso.

De la misma manera que el packaging influye en la percepción de un producto determinando la predisposición del deseo de compra, las bolsas de transporte del mismo una vez finalizada la compra, transmiten los valores de la empresa y son un medio de comunicación directa con futuros clientes.

El objetivo de este estudio se centra en el análisis de cómo los estímulos color y formato, aplicados a un objeto concreto, en este caso las bolsas de compra, determinan la percepción que tienen los usuarios del valor del producto contenido en su interior.

Se realiza un análisis estadístico de los datos obtenidos en las encuestas planteadas, en la que se estudia cómo perciben el packaging en función de las variables previstas un sector concreto de la sociedad. De los resultados se extrae que el color y el formato afectan a la percepción de la imagen de la marca de una empresa.

PALABRAS CLAVE: Personalidad de marca - Color - Formato - Diseño de Packaging - Bolsa de compra

1. INTRODUCCIÓN

El packaging es el contenedor que mantiene, preserva e identifica a un producto, y además facilita su transporte, almacenaje y comercialización (Rodríguez Tarango, 2003). El diseño del packaging juega un papel indispensable atrayendo la atención del consumidor a la vez que influye en sus decisiones de compra. Estudios anteriores sugieren que la personalidad de la marca viene dado por muchos factores, como son el nombre, los atributos del producto, la publicidad, el logo y el diseño del packaging (Batra et al. 1993).

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la influencia que existe entre el color y el formato de una bolsa de compra de una marca de joyería en la transmisión de los valores que constituyen la personalidad de la marca.

En este contexto, los objetivos de este estudio fueron:

- Estudiar el efecto del formato del packaging en la transmisión de los valores de calidad, actual y único de una marca.
- Estudiar el efecto del color del packaging en la transmisión de los valores de calidad, actual y único de una marca.
- Analizar cómo la transmisión de los valores de la marca, calidad, actual y único de una bolsa de compra de joyería, influyen en la elección del usuario.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Zaragoza (España) obteniendo 93 respuestas válidas. A través de una encuesta de 22 preguntas los participantes evaluaron tres valores (único, actual y calidad) que le gustaría transmitir a una empresa de joyería mediante una escala de Likert de 1 (totalmente en desacuerdo) y 7 (totalmente de acuerdo). Los participantes observaban 6 imágenes de bolsas de compra (Imagen 1) según dos variables de diseño: formato y color. Los colores elegidos fueron: azul oscuro (1,2 y 3) y verde (3,4 y 5). Los formatos utilizados fueron el asa de cordón de papel (1 y 4), el asa de cordón de algodón (2 y 5), y el asa troquelada (3 y 6).



Figura 1. Relación de bolsas de compra del estudio.

3. RESULTADOS

3.1. VALOR DE CALIDAD

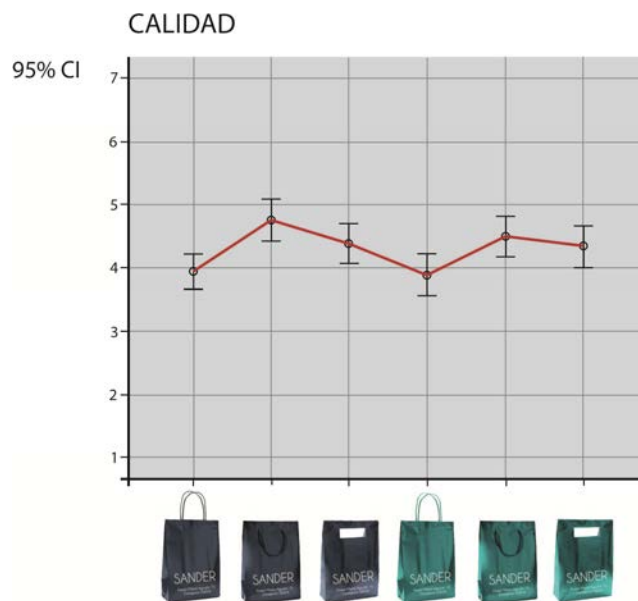


Figura 2. Valoración de la percepción del valor de calidad. $F = 6,184$, $p = 0,000$

La Figura 2 muestra que las bolsas que transmiten mayor calidad son las que tienen el asa de cordón, en contraposición, las bolsas que lo transmiten peor son las que tienen el asa de papel. En este atributo no afecta el color pero sí que se encuentra significativo el formato de la bolsa observándose medias muy parecidas entre bolsas con igual formato y diferente color.

3.2. VALOR DE ÚNICO

Las bolsas que mejor transmiten el atributo de único son las de asa de cordón y asa troquelada, sin embargo, la que peor lo transmite es la de papel.

3.3. INFLUENCIA DEL FORMATO Y DEL COLOR DE LA BOLSA DE COMPRA

Las personas encuestadas asocian en mayor medida el formato a los valores de calidad y único.

En cuanto a los resultados obtenidos a través del estímulo del color no son significativos en este estudio. Ello podría deberse a que la comparación de los colores elegidos están dentro de una misma gama cromática, en contraposición a los estudios anteriores que sí demuestran una gran influencia por medio de este estímulo.

4. CONCLUSIÓN

Los resultados de esta investigación indican que, en una bolsa de compra de artículos de joyería, la variable de diseño que tiene más influencia en la transmisión de los valores que componen la personalidad de la marca es el formato, antes que el color.

Según este estudio, para una empresa que quiera transmitir los valores de calidad y único deberán elegir en el diseño del packaging un formato de bolsa con asa de cordón o asa troquelada.

Referencias

- Batra, R., Lehmann, D. L., & Singh, D. (1993). The brand personality component of goodwill: Some antecedents and consequences. In D. A. Aaker & A. Biel (Eds.), *Brand equity and advertising* (pp. 83–96). Hillsdale: Erlbaum.
- Bottomley, P. A., & Doyle, J. R. (2006). The interactive effects of colors and products on perceptions of brand logo appropriateness. *Marketing Theory*, 6(1), 63–83.
- Deliza, R., MacFie, H., & Hedderley, D. (2003). Use of computer-generated images and conjoint analysis *Studies*, 18, 465–486.
- Fournier, S. (1998). Consumers and their brands: developing relationship theory in consumer research. *Journal of Consumer Research*, 24(4), 343–353.
- Hutchings, J. B. (2003). *Expectations and the food industry: The impact of color and appearance*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Marshall, D., Sutart, M., & Bell, R. (2006). Examining the relationship between product package colour and Preference, 17, 615–621.
- Rodríguez Tarango, J. A. (2003). Introducción a la Ingeniería en Envase y Embalaje. In J. A. Rodríguez Tarango (Ed.), *Manual de ingeniería y diseño en envase y embalaje para la industria de los alimentos, farmacéutica, química y de cosméticos* (pp. 1:1–1:6). México: Instituto Mexicano de Profesionales en Envase y Envalaje S.C.

AYUDÁNDONOS MUTUAMENTE, MÁS Y MEJOR INTERVENCIÓN CON DINÁMICA COOPERATIVA EN 1^{ER} CURSO EN GRÁFICOS DE INGENIERÍA

Egoitz Sierra Uria^{1*}, Rikardo Minguez Gabiña¹,

Eneko Solaberrieta Mendez¹, Lander Barrenetxea Apraiz¹, Mikel

Iturrate Mendieta¹, Nestor Goikoetxea Larrakoetxea¹

1) Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería, ETSI de Bilbao,

EHU/UPV, aldm. Urquijo s/n, Bilbao 48013, Bizkaia

*egoitz.sierra@ehu.eus

RESUMEN

En el curso y área de conocimiento donde se ha realizado la experiencia existe una inercia hacia la enseñanza tradicional: clase magistral, basada en el trabajo individual del alumno y examen final como herramienta de evaluación.

La intervención realizada (3 semanas) no modifica las competencias, temario, ni sistema de evaluación. La dinámica cooperativa empleada (“El Rompecabezas” o “puzle”) tiene como característica principal el repartir el conocimiento a desarrollar entre los alumnos del grupo, y ayudándose mutuamente lo analizan y comparten; sin que el profesor haya expuesto los contenidos previamente.

El grupo experimental constituido por 76 alumnos afirma entender mejor a su compañero que al profesor. Por otro lado, las clases cooperativas motivan más aunque les exige más esfuerzo presencialmente, esfuerzo que se ve recompensado en las horas no presenciales que disminuyen, frente a la enseñanza tradicional en la que es mayor el esfuerzo individual en las horas no presenciales. Las calificaciones del ejercicio que sirve como herramienta de evaluación muestran un apreciable mejor resultado (5%). Además hay que tener en cuenta que la asistencia ha sido un 14% mayor, muy alta (94%). Por lo tanto, en esta experiencia, la docencia realizada en grupos cooperativos es tan eficaz o más que la tradicional.

PALABRAS CLAVE: Activo, cooperativo, didáctica, metodología

1. OBJETIVO, ESTADO Y CONTEXTO

Valiéndose de las Dinámicas Cooperativas el objetivo del presente estudio es ayudar a la renovación metodológica en la docencia, cuyo objetivo es mejorar la eficiencia de la enseñanza. Se pretenden mostrar ejemplos de metodologías activas y cooperativas en la asignatura de expresión gráfica en 1er curso de ingeniería, en la escuela técnica superior de ingenieros de Bilbao.

En el curso y área de conocimiento donde se ha realizado la experiencia en la ETSI de Bilbao existe una inercia hacia la enseñanza tradicional, es decir que la el tipo de enseñanza dominante es el de la clase magistral y trabajo individual del alumno. Así como el examen final como herramienta fundamental de evaluación.

La metodología más empleada se fundamenta en la transmisión de conocimientos (conceptos, procesos, actitudes). Después de una presentación de la teoría por parte del docente, vuelve a mostrar y resolver unos tipos de ejercicios que muchas veces van acompañados del resultado [1]. EL curriculum acaba siendo una secuencia de teorías y procedimientos a explicar por el docente, adecuadas a la velocidad expositiva del mismo. El diseño del curriculum de la asignatura no se basa en un programa de actividades a desarrollar por el alumno donde trabaja y asimila los conceptos, procedimientos y actitudes.

Como resultado los alumnos solo saben resolver los ejercicios tipo que les han mostrado. El alumno no tiene autonomía para resolver problemas de otro tipo involucrados en el mismo conocimiento. El alumno es dependiente de la explicación del profesor, además esta dependencia es pasiva, es decir, el alumno solo escucha, y solo se activa cuando se le indica que resuelva un ejercicio tipo. El alumno solo sabe discurrir por el camino indicado por el docente [2] y [3].

La inercia de este tipo de Docencia es grande y está arraigada, dando lugar a opiniones como las siguientes: “lo importante es lo que el docente dice”, “se aprende memorizando”, “aunque no tengas tiempo de trabajarlo tu cuéntalo”, “no pain no glory”, “yo explicar explico, pero no sé si me entienden”, “no hay métodos, hay profesores”, etc.

A final de este artículo se tratara de dar respuestas a estas opiniones basándonos en los resultados obtenidos.

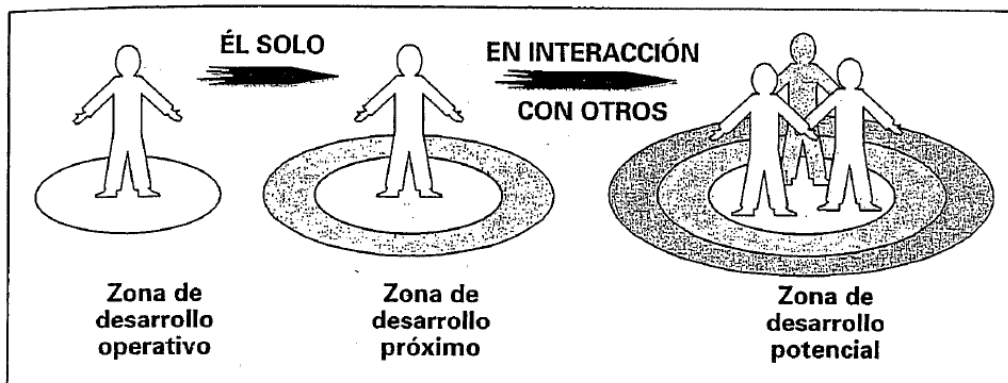


Figura 1. zonas de desarrollo según Vygotsky [4]

En este estudio se emplean las dinámicas cooperativas [5] para fomentar la autonomía y actividad del alumno (Dimensión social del conocimiento, Vygotsky) [6]. El planteamiento de esta dinámica rompe el esquema tradicional de enseñanza puesto que el alumno es al 100% responsable de su propia enseñanza, teniendo como fuente principal de conocimiento a sí mismo y al resto de los alumnos (interdependencia). La labor del docente en clase pasa a realizarse en un segundo plano, la actividad principal recae en los alumnos que son asesorados por el docente y guiados por una bibliografía.

La labor principal del docente es cuidar que el proceso de aprendizaje se esté desarrollando de una manera satisfactoria, en un contexto educativo que previamente ha diseñado.

Aunque la habilidad de trabajo en grupo es una demanda de muchos empleadores, todavía en el curriculum su desarrollo es relativo. No es objetivo de este estudio profundizar ni evaluar estas habilidades. En este estudio se emplean estas habilidades para tratar de adquirir conocimientos del área de expresión gráfica de una manera más eficiente y satisfactoria.

2. INTERVENCION DIDACTICA CON DINAMICA COOPERATIVA

Se pretende realizar una intervención didáctica introduciendo dinámicas cooperativas (puzle) en una parte importante de la asignatura de expresión gráfica. Se definen indicadores para poder contrastar cuantitativa y cualitativamente, a fin de mostrar la valía de tales dinámicas cooperativas. **Dicha intervención no modifica las competencias, temario, ni sistema de evaluación de la asignatura.**

En el 1er curso de ingeniería, en la escuela técnica superior de ingenieros de Bilbao, hay 5 grupos de alumnos casi en su totalidad de primera convocatoria y otros 2 grupos más de repetidores.

Los criterios de creación de estos grupos principalmente son el idioma de enseñanza (Euskera/Castellano/3er idioma) y la nota de acceso. En la investigación han participado 4 de los 5 grupos de primera convocatoria, uno ha sido el grupo experimental (76 alumnos) y otros 3 han formado el grupo de control (236 alumnos).

Mediante la dinámica cooperativa “rompecabezas/puzle” [5] se desarrolla 1/3 del “temario” de la asignatura de expresión gráfica durante 3 semanas [7]. Esta parte del temario tiene asignado un ejercicio específico del examen final. Mediante uno de los tres ejercicios que completan el examen final se evalúa esta parte del temario; y por lo tanto sirve de contraste cuantitativo entre los grupos de alumnos (grupo experimental) que desarrolle el temario mediante esta dinámica cooperativa; y el resto del de los alumnos que han desarrollado el temario como de costumbre mediante la enseñanza tradicional (grupo de control).

Al principio y final del cuatrimestre todos los alumnos realizan encuestas de opinión y test de visualización de donde se analizan los datos que justifican la homogeneidad de los grupos de control y experimental; así como datos de motivación y satisfacción. Con estos datos se realizará el contraste cualitativo para mostrar la valía de las dinámicas cooperativas [8].

El conocimiento elegido para realizar esta intervención didáctica ha sido la de “lugares geométricos”. Durante 3 semanas los alumnos trabajan en grupos cooperativos de 3 alumnos. La dinámica consta de 3 fases: en la primera cada alumno desarrolla la parte del temario que se le ha asignado siguiendo la bibliografía y realizando ejercicios específicos de su parte (se parte el conocimiento en 3 partes iguales). En la segunda fase los alumnos se juntan en grupos de 3 y comparten el conocimiento (realizando ejercicios de integración de las 3 partes). En la última fase, en la tercera semana, los alumnos realizan ejercicios tanto en grupo como individualmente que serán evaluados y tomados en cuenta para la nota de clase (el valor de estos ejercicios en la nota final es inferior al 5%). En el examen final (70% nota) esta parte del temario (lugares geométricos) tiene asignado un ejercicio específico, que nos servirá para indicarnos la eficiencia de estas metodologías.

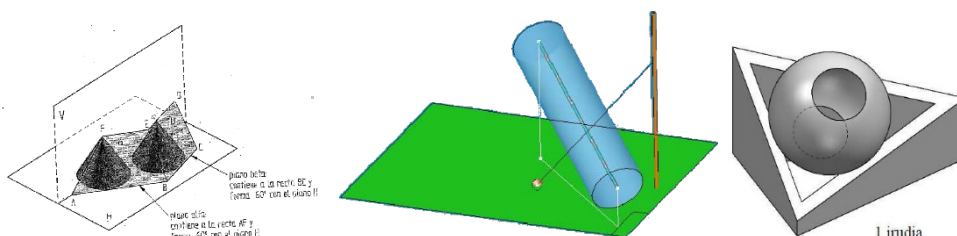


Figura 2. situaciones de condicionamientos geométricos (lugares geométricos)

3. RESULTADOS

A continuación se muestran brevemente los resultados de esta intervención didáctica:

- El test de visualización espacial [9] y encuesta realizada a principio de cuatrimestre corroboran la homogeneidad de los grupos (nota de entrada en la universidad; selectividad; dibujo en selectividad; dibujo cursado en bachiller y secundaria, interés por la asignatura).
- Una vez realizada la experiencia se pasa una encuesta de satisfacción a los alumnos del grupo experimental para que expresen su satisfacción con la metodología empleada. Se les pide que comparen el método tradicional y el cooperativo (linkert 1-5)(muestra 76 alumnos)

Metodología Tradicional		Metodología cooperativa (Puzle)	
¿Entiendes al profesor?	3,54	¿Entiendes a tu compañero?	3,94
Motivación tradicional	3,35	Motivación puzle	3,89
Esfuerzo en clase	3,43	Esfuerzo en clase	3,85
Esfuerzo en casa	3,86	Esfuerzo en casa	3,52

Tabla 1. Encuesta satisfacción “puzle” (grupo experimental, 76 alumnos)

A la pregunta “¿Como aprendes mejor en clase expositiva o en clase cooperativa?” se recogen 74 respuestas, 55 a favor del cooperativo, 11 indiferentes y 8 a favor de la enseñanza tradicional. A favor cooperativo: “en clase tipo puzle, con los compañeros disponemos de más tiempo para recibir explicaciones y es más personal”, “en clase tipo puzle porque si tengo dudas las resuelvo inmediatamente con la ayuda de los compañeros, además las clases son más dinámicas”, “en clase tipo puzle porque los que no nos atrevemos a preguntar al profesor resolvemos las dudas entre nosotros”, “puzle porque estamos obligados a trabajar por los compañeros”, etc. A favor tradicional: “porque si nadie sabe la respuestas nos atascamos”, “me quedan más claros los conceptos”, “no me apaño bien en los grupos, prefiero hacerlo yo solo”, “porque explica el profesor”, etc.

- Las notas medias del ejercicio que sirve como herramienta de evaluación del área de conocimiento desarrollado muestra que el grupo experimental obtiene un apreciable mejor resultado, un 5% mejor y hay que tener en cuenta que la asistencia ha sido un 14% mayor, muy alta (94%).

	Presentados	%Presentados	Nota media ejercicio (10)
GRUPO EXPERIMENTAL	72	94%	2,
GRUPO CONTROL	191	80%	2,

Tabla 2. Datos ejercicio examen final

- Se pasa al final del cuatrimestre otra encuesta de opinión donde los datos reflejan que los alumnos del grupo experimental acaban teniendo más interés por la asignatura, han necesitado en menor medida clases fuera de la universidad (academia), han realizado en mayor medida las actividades de la asignatura y le han dedicado menos tiempo que los alumnos de la enseñanza tradicional.

	muestra	Interés SI	Academia NO	laminas SI	horas/semana
GRUPO EXPERIMENTAL	6	3,	58,	92,	4,57
GRUPO CONTROL	7	3,	35,	62,	4,69

Tabla 3. Encuesta final de cuatrimestre

4. CONCLUSIONES

Con el análisis cuantitativo y cualitativo de los datos recogidos se muestra que el empleo de dinámicas cooperativas es beneficioso para la docencia en la asignatura de expresión gráfica en primer curso de ingeniería. Todas las tendencias son positivas. Este estudio da argumentos fundamentados para contrarrestar las opiniones arraigadas.

Esta iniciativa de renovación pedagógica ha obtenido un Proyecto de Innovación Educativa de la Universidad del País Vasco (EHU/UPV) en la convocatoria de 2015/2017.

Opinión (metodología tradicional)	Respuesta (metodología cooperativa)
lo importante es lo que el docente dice	Lo importante es lo que el estudiante trabaja
Se aprende memorizando	Se aprende aplicando
aunque no tengan los alumnos tiempo de trabajarlo tu cuéntalo	No sirve de nada que solo lo cuente el docente, lo que sirve es trabajarlo por el alumno
No pain no glory	Hay metodologías más satisfactorias que las tradicionales. "pain" no es sinónimo de garantía
yo explicar explico, pero no sé si me entienden	Al asesorar los grupos tenemos constancia de la evolución del proceso de aprendizaje
no hay métodos, hay profesores	Hay métodos y hay profesores

Tabla 4. Respuestas ha opiniones "arraigadas"

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sierra, Garmendia, Garicano y Solaberrieta. *“Lectura de planos industriales: una propuesta de enseñanza-aprendizaje para las escuelas de ingeniería”*, DYNA. Vol 88-5. 2013. p. 591-600.
<http://dx.doi.org/10.6036/5543>
- [2] Garmendia M, Guisasaola J, Sierra E. *“First-year engineering students’ difficulties in visualization and drawing tasks”*. European Journal of Engineering Education. Vol.32-3. June 2007. p. 315–323. <http://dx.doi.org/10.1080/03043790701276874>
- [3] Guisasaola J, Almudi´ M, Ceberio M et al. *“A teaching strategy for enhancement of physics learning in the first year of industrial engineering”*. European Journal of Engineering Education. Vol.27-4. 2002, p. 379–391. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03043790210166675>
- [4] P. Pujolàs, Lago. *“Proyecto PAC: Programa CA/AC (“Cooperar para Aprender / Aprender a Cooperar”) para enseñar a aprender en equipo”*, Universidad de Vic. Laboratorio de Psicopedagogía. 2013
- [5] Aguayo González y Lama Ruiz. *“Didáctica de la tecnología”*, Tébar 1998, ISBN 8473601920
- [6] Vytgotsky. *“Pensamiento y lenguaje”* 1934, Paidós Ibérica 2010, ISBN 9788449323980
- [7] Guía docente “27306-graficos de ingeniería” (web ETSI de Bilbao)
http://www.ehu.es/es/web/agip/ikasgaiak?p_id=upvehuapp_WAR_upvehuappportlet&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column2&p_p_col_pos=0&p_p_col_count=1&p_p_lifecycle=1&upvehuapp_WAR_upvehuappportlet_action=redirectAction&reu=/pls/entrada/plew0040.htm_asignatura_next?p_sesion=&p_cod_idioma=CAS&p_en_portal=5&p_cod_centro=345&p_cod_plan=GITECI30&p_anyoAcad=act&p_pestanya=&p_menu=guia&p_cod_asig=27306&p_ciclo=X&p_curso=1&p_dpto=136&p_vengo_de=tot_dpto&p_centro_ori=345&p_plan_ori=GITECI30
- [8] Larkin JH, Rainard B. *“A research methodology for studying how people think”*, Journal of research in science teaching, Vol.21-83. 1984. p. 235–254.
- [9] Titus S, Horsman E. *“The Visualization Survey”*. Madison. 2005. Univ. Of Winsconsin.

DESARROLLO DE HERRAMIENTA DE RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES ADQUIRIDAS MEDIANTE DRONES APLICADAS AL CULTIVO DEL MAIZ

Ramón Miralbes Buil^{1*}, David Ranz Angulo¹

1) Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza, María de Luna Nº3, edificio Torres Quevedo, 50015, Zaragoza

*miralbes@unizar.es

RESUMEN

El trabajo consiste en la adquisición mediante fotografía aérea y mediante drones de imágenes de cultivos extensivos de maíz durante las fases iniciales de crecimiento y durante su germinación para su conteo y para la determinación del porcentaje de nacencia.

Para ello se han utilizado y desarrollado diversos filtros que permiten el reconocimiento automático mediante técnicas de visión por computador de las plantas de maíz en sus primeras fases de crecimiento a partir de fotografías acimutales obtenidas previamente. Con ello se pueden detectar de forma automática las plantas de maíz y posteriormente realizar el conteo automático de las mismas para determinar el porcentaje de nacencia. Esto permitirá conocer el estado de un cultivo para determinar la estrategia propicia para mejorar la nacencia por ejemplo a través del riego por aspersión. También es posible determinar la posición aproximada de los granos de maíz sin germinar.

Por otro lado utilizando de nuevo filtros cromáticos se pueden detectar el nacimiento de malas hierbas para la posterior aplicación de herbicidas, siendo posible incluso la identificación y caracterización de las mismas y el conteo y/o la determinación del área afectada. Por otro lado es posible la determinación de plantas de teosinte para su posterior erradicación.

PALABRAS CLAVE: maíz, fotografía, dron, filtro, visión por computador

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del sector agrícola se está produciendo una auténtica revolución debido a la irrupción de nuevas tecnologías que eran impensables hace tan sólo diez años. Una de estas tecnologías es la de los drones tanto de ala móvil como de ala fija que permiten capturar fotografías y videos desde un punto de vista acimutal, aunque por otro lado también permiten cualquier otro tipo de punto de vista. Adicionalmente permiten embarcar otro tipo de cámaras adicionales a las tradicionales cámaras de video y de fotografía como las cámaras térmicas y las multi espectrales pero debido a su elevado coste es difícil su amortización. Sin embargo se pueden adquirir drones con cámaras de alta resolución (12-16 Megapíxeles) por un precio razonable.

La ventaja de las cámaras multi espectrales y de las térmicas es que mediante el análisis de la temperatura permiten realizar los cultivos y obtener diversos aspectos clave para la optimización y mejora de los rendimientos y las producciones¹:

- Indicadores de calidad en cultivos
- Detección temprana de enfermedades y plagas en cultivos.
- Uso óptimo de fertilizantes.
- Peritación de cultivos.
- Tratamientos localizados de herbicidas.

Por otro lado el aumento de la capacidad de cálculo de los ordenadores así como el desarrollo de las herramientas de reconocimiento de imágenes y la posibilidad de realizar orto fotos y nubes de puntos para realizar modelos en 3D suponen un apoyo a estas tecnologías de forma que puede recrearse perfectamente una parcela y el cultivo en diversas fases de crecimiento y componiendo imágenes obtenidas con diversos tipos de cámaras².

El objetivo del artículo es desarrollar herramientas informáticas que permitan a partir de fotografías digitales diferentes a las termo gráficas y a las térmicas desarrollar el mismo tipo de aplicaciones que éstas; para ello el artículo se centra en el cultivo extensivo del maíz y el objetivo inicial es a partir de una foto acimutal (posteriormente podrá aplicarse a una orto foto de toda una parcela) poder detectar plantas de maíz.

2. METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología utilizada se basa en la descomposición de una fotografía en diversas matrices de píxeles según los colores del sensor RGB de la cámara: rojo (red), verde (Green) y azul (blue) para

poder procesarlos matemáticamente. La matriz de cada color está compuesto por una posición dentro de la matriz y una intensidad que indica el grado de saturación del color.

Tras ello se pueden aplicar una serie de filtros de forma que, si para un pixel la saturación de verde es superior a la de rojo y azul en una determinada cantidad, entonces se entiende que el pixel es verde y por tanto dentro de una parcela se entiende que o bien es una planta de maíz o bien es una mala hierba ya que el resto de la parcela tiene un color tierra. Con ello se genera una nueva matriz que indica en binario para cada pixel si es verde o no.

Posteriormente aplicando de nuevo filtros y debido a la diversidad de matices en el color verde se puede discernir entre una planta de maíz (teosinte o no) y una mala hierba al tener rangos diferentes de verde. Con ello se puede generar dos nuevas matrices binarias que indiquen la posición de las plantas y de las hierbas (ver figura 1).

Con ellas y mediante aplicaciones de reconocimiento de formas e imágenes se pueden identificar las plantas, cuantificar el área de cada planta (para determinar el estado de crecimiento), contabilizar la cantidad total de plantas para una superficie dada (y con ello obtener el porcentaje de nacencia) y el área total de vegetación para obtener un valor medio del estado fisiológico (ver figura 2).

Si esto se combina con los datos obtenidos de la telemetría del dron (altura de la fotografía respecto al suelo), posición GPS, etc. y los datos de la cámara (distancia focal, tamaño del sensor, etc.) se puede identificar la posición de cada planta de maíz de una fotografía y de cada planta de mala hierba. Con ello se puede monitorizar el proceso de nacencia y de crecimiento de las plantas y se pueden aplicar medidas destinadas a mejorar la nacencia a través del riego o medidas destinadas a controlar las malas hierbas con aplicaciones de precisión localizadas en los focos de aparición.

También es posible determinar las zonas con escasa vegetación para poder aplicar medidas correctivas de cara a la siguiente campaña mediante abonado intensivo o mediante análisis de suelo para determinar los problemas localizados de determinadas zonas.

Adicionalmente con los datos de la sembradora (distancia entre hileras de maíz) se puede identificar en la foto las diversas hileras de maíz por su posición y por agrupar una gran cantidad de plantas vertical u horizontalmente (previamente ha sido necesario girar adecuadamente la fotografía).

Con esta información se pueden identificar las plantas de teosinte al encontrarse fuera de las hileras de siembra y se puede proceder a su eliminación ya sea mecánica o mediante productos químicos.

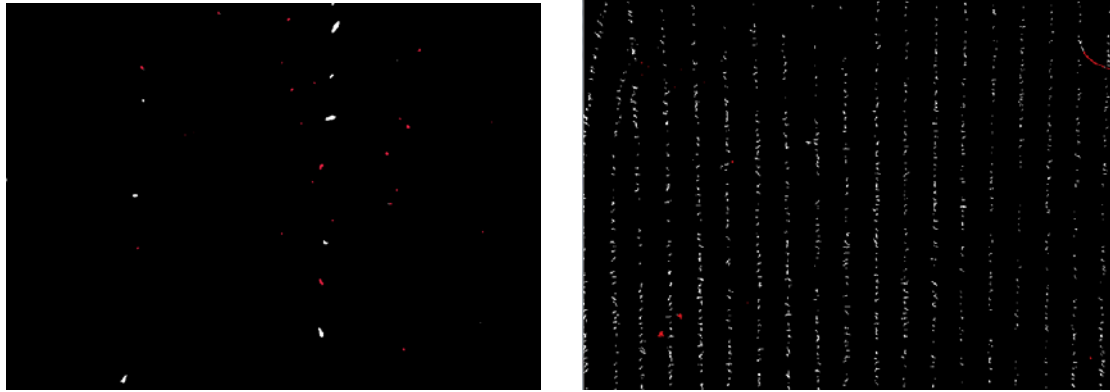


Figura 1. Ejemplos de aplicación para detectar plantas de maíz (blanco) y malas hierbas (rojo)



Figura 2. Ejemplos de conteo de plantas y determinación de su área para determinar el estado fisiológico

3. BIBLIOGRAFIA

1. <http://www.droniter.com/agricultura-de-precision-con-drones.html>
2. <http://www.agisoft.com/>

DIBUTEC: UNA PLATAFORMA MULTIDISPOSITIVO E INTERACTIVA PARA ESTUDIAR DIBUJO DE INGENIERÍA

Pablo Pando Cerra^{1*}, Pedro Ignacio Álvarez Peñín¹, Bernardo Busto Parra¹,
Humberto Fernández Álvarez¹.

1) Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, C/
Pedro Puig Adam, Sede Departamental Oeste Módulo 7, 33203, Gijón, Asturias

*pandopablo@uniovi.es

RESUMEN

Aunque el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación está ampliamente difundida en la enseñanza universitaria su integración en materias que requieren de una elevada resolución gráfica ya no es tan habitual. Ante esta situación, investigadores del Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Oviedo han desarrollado una Plataforma Web Multidispositivo que facilita el aprendizaje de materias que requieren de alto componente gráfico para la resolución de los ejercicios planteados.

Esta plataforma (DIBUTEC) permite realizar y resolver ejercicios empleando las herramientas gráficas propuestas. Ha sido diseñada sobre HTML5 para que se adapte al usuario que la esté utilizando y le proporcione toda la ayuda necesaria en cada momento. Además, el módulo de corrección automática de ejercicios posibilita analizar en tiempo real los aciertos obtenidos y los errores cometidos durante la resolución del ejercicio. Entre la información almacenada destacan datos como la nota obtenida, el tiempo de dedicación y, fundamentalmente, los pasos seguidos para la resolución del ejercicio. Esta información permitirá en un futuro realizar un análisis profundo sobre los procedimientos seguidos por los alumnos y desarrollar algún tipo de herramienta predictiva para detectar qué partes de los ejercicios suponen mayores esfuerzos de aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: Plataforma Web Interactiva, Enseñanza Asistida por Ordenador, Dibujo por Ordenador, Herramientas de Auto-aprendizaje, Análisis predictivo de resultados.

1. INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación están plenamente integradas en el sistema de enseñanza universitaria actual. Sin embargo, su aplicación ya no está tan extendida dentro del ámbito del aprendizaje del dibujo técnico interactivo. En el Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Oviedo se han venido proponiendo desde hace muchos años soluciones relacionadas con la Enseñanza Asistida por Computador (EAC) para mejorar los resultados en aquellas materias que requieran de algún tipo de resolución gráfica en los problemas que se plantean a los alumnos. En esta comunicación se pretenden mostrar la metodología y los resultados obtenidos con el uso de una Plataforma Web Interactiva orientada al auto-aprendizaje en materias cuya resolución es de índole gráfico, así como su integración en la enseñanza del Dibujo en Ingeniería.

2. LA PLATAFORMA WEB INTERACTIVA

DIBUTEC ha sido desarrollada como una Plataforma Web en HTML5 que gestione y facilite el aprendizaje de aquellas materias que necesiten de un alto componente gráfico para su resolución. Además, se ha diseñado de tal forma que el proceso de aprendizaje quede centrado en el propio alumno y éste sea capaz de desenvolverse de manera autónoma en el estudio de ese tipo de materias.

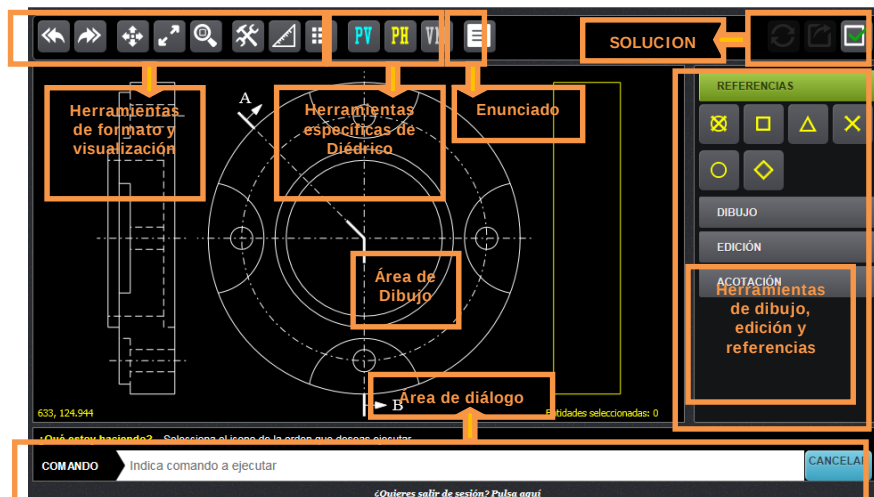


Figura 1. Pantalla principal de la Intranet de DIBUTEC

Para lograr todo esto, la Plataforma dispone de herramientas que ayuden al alumno en ese aprendizaje, entre las que se puede destacar el Módulo de resolución de ejercicios. A los alumnos se les proponen una serie de ejercicios que deberán resolver utilizando las herramientas de dibujo

que les suministra la Plataforma (Figura 1). Una vez terminado el ejercicio, se procede a llamar al módulo de comparación de ejercicios que les indica mediante colores los aciertos logrados (verde) y los errores cometidos (rojo).

El uso de esta Plataforma también le supone una serie de ventajas al docente (Figura 2). Al pasar a adoptar un rol de orientador le descarga de una de las tareas en las que emplea mayor tiempo (la corrección de ejercicios). Además, la Plataforma dispone de herramientas para el control en tiempo real del acceso a la misma, de los contenidos propuestos y del trabajo realizado por sus alumnos (cuantos ejercicios se han resuelto, cuando, el tiempo de dedicación, etc.), llegando este control a una profundidad de tal magnitud que el profesor puede analizar en todo momento los pasos que ha realizado un alumno en un determinado ejercicio para su resolución. Estas herramientas serán la base del futuro Módulo de Análisis Predictivo (MAP) que se desarrollará con la intención de detectar qué ejercicios les supone mayores esfuerzos de resolución y en qué partes de dichos ejercicios los alumnos encuentran mayores dificultades, lo cual facilitará que el profesor pueda realizar actualizaciones en dichos ejercicios o incluso orientar los métodos de trabajo de un determinado alumno.

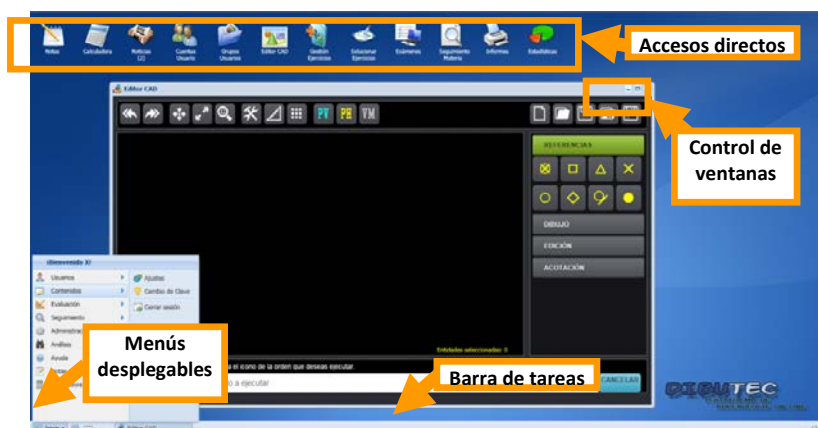


Figura 2. Pantalla principal de la Intranet de DIBUTEC

Finalmente indicar que se está modificando esta Plataforma con el objetivo de que sea también posible su utilización desde dispositivos móviles táctiles (Tablet) así como para facilitar su acceso a personas con cierto grado de discapacidad incorporando herramientas de reconocimiento de voz para la realización de ejercicios.

3. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

En la asignatura “Expresión Gráfica” impartida en los Grados de Ingeniería se decidió dar un cambio metodológico combinando métodos tradicionales de enseñanza con herramientas gráficas

interactivas. Desde el primer momento se optó porque las soluciones TIC adoptadas debían facilitar un aprendizaje centrado en el estudiante, debían ser sencillas de manejar, tenían que adaptarse fácilmente a las tecnologías actuales y debían complementar a los medios tradicionales de enseñanza, características que justamente definen lo que es DIBUTEC, la Plataforma Web desarrollada.

La integración de los diferentes elementos que intervienen en el nuevo sistema metodológico se hizo de la siguiente manera:

- Se impartieron 14 clases magistrales de 1 hora de duración en las que se les dio a los alumnos una pincelada de los conocimientos teóricos necesarios.
- Los alumnos tuvieron 14 horas de sesiones prácticas presenciales (1 por cada hora de teoría) en las que se les propusieron 334 ejercicios sobre las diferentes materias que se abordan en esta asignatura: Geometría (8 ejercicios), Sistema Diédrico (98 ejercicios), Sistema Acotado (27 ejercicios), Perspectivas Isométricas (45 ejercicios), Perspectivas Cónicas (20 ejercicios), Representación de Vistas/Cortes (94 ejercicios) y ejercicios de CAD (42 ejercicios). Durante estas sesiones prácticas, el alumno dispuso de un profesor de apoyo para resolver dudas sobre la realización de los ejercicios propuestos.
- En 14 horas no es posible realizar todos los ejercicios por lo que el alumno debería seguir trabajando dichos ejercicios fuera de las horas presenciales.
- Una vez concluido el tiempo de dedicación a esta asignatura, el alumno realizó un examen final de evaluación (presencial) en el que se le presentaba una muestra de 8 ejercicios de entre todos los que se les habían propuesto para su resolución (valoración entre 0-10 puntos y 90 minutos de tiempo máximo estimado para la prueba).

4. DISCUSIÓN

En esta experiencia han participado 63 alumnos. Los resultados obtenidos por los alumnos (número de ejercicios resueltos correctamente, tiempo total de dedicación y calificación obtenida en la prueba final) se muestran en la Tabla 1.

El primer dato importante que se puede extraer de la información recogida es que el 74.2% de los alumnos han superado satisfactoriamente esta experiencia (46 aprobados frente a sólo 16 suspensos). Aunque la nota máxima sólo ha sido alcanzada por dos alumnos, la nota media entre los aprobados ha sido de 6.56 puntos (muy cerca del notable), lo cual indica que el resultado general en la valoración ha sido muy positivo.

Nº	ALUMNO	TOTAL EJ	TIEMPO	EXAMEN	Nº	ALUMNO	TOTAL EJ	TIEMPO	EXAMEN
1	uo244549	128	44:01:18	3,75	33	uo231906	47	17:33:42	2,5
2	uo243796	148	75:45:00	6,25	34	uo240392	185	122:55:50	5
3	uo239345	27	10:52:48	2,5	35	uo244717	222	82:24:22	8,75
4	uo243910	151	94:35:10	6,25	36	uo244064	209	50:27:28	1,25
5	uo246036	190	73:56:55	7,5	37	uo246622	135	21:59:30	6,25
6	uo243515	75	50:11:54	1,25	38	uo239574	160	87:45:37	5
7	uo244354	141	41:32:47	8,75	39	uo244394	207	55:54:04	8,75
8	uo244123	107	116:53:08	3,75	40	uo244384	124	106:30:13	7,5
9	uo243497	200	54:36:38	7,5	41	uo246959	135	94:17:33	6,25
10	uo243932	159	55:24:45	5	42	uo239457	195	53:07:40	8,75
11	uo246104	188	205:00:41	5	43	uo226007	144	60:43:30	2,5
12	uo246980	166	70:56:17	6,25	44	uo224945	172	60:16:54	5
13	uo244469	152	42:39:07	5	45	uo232106	110	26:49:03	1,25
14	uo247996	124	67:05:38	6,25	46	uo246733	58	20:13:44	0
15	uo237392	188	76:35:04	5	47	uo237058	34	3:22:10	0
16	uo246108	227	73:18:17	8,75	48	uo245784	138	37:54:27	7,5
17	uo247077	162	40:45:43	6,25	49	uo246766	237	71:34:24	5
18	uo219073	201	45:51:10	5	50	uo239771	63	13:47:44	2,5
19	uo232206	194	115:59:56	7,5	51	uo246497	237	85:25:17	10
20	uo248028	160	69:16:12	5	52	uo239300	113	28:13:58	3,75
21	uo244138	138	86:41:22	1,25	53	uo237209	138	34:29:47	7,5
22	uo244005	257	46:42:07	8,75	54	uo217200	181	65:54:41	5
23	uo245457	193	162:31:20	7,5	55	uo237523	202	62:01:22	5
24	uo246909	160	35:55:48	6,25	56	uo245981	182	146:13:15	5
25	uo244006	171	53:53:12	5	57	uo237264	233	63:14:37	6,25
26	uo244266	140	30:47:06	6,25	58	uo246117	12	3:05:44	0
27	uo223958	207	51:28:51	7,5	59	uo237208	251	134:31:33	5
28	uo243758	188	83:43:55	5	60	uo227318	88	30:24:09	1,25
29	uo239940	202	139:34:48	7,5	61	uo244095	135	56:40:08	5
30	uo245768	284	74:42:58	10	62	uo237574	171	39:23:16	6,25
31	uo243764	181	55:46:01	6,25	63	uo244546	66	15:39:27	1,25
32	uo247479	155	88:08:20	8,75					

Tabla 1. Resultados obtenidos con el uso de DIBUTEC

Indicar que no necesariamente había que realizar previamente los ejercicios del examen para resolverlos correctamente puesto que los ejercicios propuestos están preparados para que el alumno trabaje en todos ellos las diferentes herramientas de resolución de esa materia. Por tanto, podía ocurrir que un alumno, conociendo las herramientas que debe utilizar para resolver un determinado ejercicio, haya resuelto por primera vez dicho ejercicio durante la prueba de evaluación. Y así ocurrió en muchos casos tal y como los propios alumnos comentaron una vez finalizada la prueba de evaluación. De todas maneras, esa conclusión fue confirmada posteriormente una vez contrastados los ejercicios correctos realizados en la prueba de evaluación con los ejercicios resueltos por el mismo alumno durante el periodo de aprendizaje (un 21% de los alumnos realizaron algún ejercicio por primera vez durante la prueba de evaluación).

Otra de las ventajas de utilización de este tipo de herramientas es que te permite detectar fácilmente “los casos extraños”. La media de ejercicios correctos realizados por los alumnos ha sido de 157. Si analizamos la tabla se puede observar que 34 alumnos han superado esa media de ejercicios y de esos 34, sólo uno no ha superado la prueba de evaluación. Ese alumno (uo244064) ha superado ampliamente el número medio de ejercicios realizados (209) y ha trabajado en todas las materias, ha dedicado un tiempo muy cercano a la media (algo más de 50 horas) y, sin embargo,

ha suspendido la prueba de evaluación (1 ejercicio correcto de 8 posibles). Consultado con el alumno sobre las posibles causas de los datos obtenidos, se detectó que los ejercicios los realizó siguiendo las directrices de alguno de sus compañeros pero no intentó entender el motivo de las operaciones realizadas, lo cual no generó un aprendizaje real durante su tiempo de dedicación a la materia y sin ese apoyo de otros compañeros el día de la evaluación no fue capaz de resolver satisfactoriamente los mismos. Sin DIBUTEC hubiera sido más complicado detectar este tipo de casos entre los alumnos.

También es importante destacar que los alumnos dedicaron un total de 3883 horas a la realización de ejercicios con DIBUTEC y durante todo ese tiempo los docentes de esta asignatura no tuvieron que centrar su esfuerzo en la corrección de ejercicios sino en la orientación y control de los alumnos, lo cual va en beneficio de dichos alumnos puesto que con el uso de esta Plataforma se detectan con más facilidad aquellos casos que no se ajustan al sistema de aprendizaje propuesto.

Finalmente, indicar también que el uso de esta Plataforma supuso un factor adicional de motivación, los propios alumnos podían analizar en tiempo real el progreso que experimentaban, incluso los errores que iban cometiendo durante la realización de cada ejercicio, lo cual les animaba a superar sus propias limitaciones a la hora de resolver aquellos ejercicios en los cuales parecía que tenían más dificultades de realización. Y así parece que ha sucedido a raíz de los resultados obtenidos en esta experiencia.

DISEÑO DE VIVIENDAS SOSTENIBLES

ENERGÉTICAMENTE: ANÁLISIS COMPARATIVO

Marian Martínez¹, Félix Sanz-Adan^{1*}, Rubén Mardones¹, Esteban Fraile¹, Javier Ferreiro¹, Jacinto Santamaria-Peña¹

1) Departamento de Ingeniería Mecánica, ETSII, Universidad de La

Rioja, C/ San José de Calasanz 31, 26.004, Logroño, La Rioja

*felix.sanz@unirioja.es

RESUMEN

El diseño de edificios de consumo de energía casi nulo (NZEB) persigue una eficiencia energética máxima: cuidando la orientación, la envolvente del edificio y aprovechando al máximo la energía del sol, se consigue que la demanda energética para su climatización sea realmente baja y con una calidad de aire interior muy elevada.

Para ello se requiere:

-Proyectar una envolvente térmica bien aislada, eliminar los puentes térmicos en los encuentros de los distintos planos o elementos, y emplear carpintería exterior estanca con vidrios bajo emisivos.

-Controlar las infiltraciones de aire indeseadas, ventilar con recuperación de calor para recoger el calor que transporta el aire interior y transferirlo al aire fresco que se recoge del exterior.

-Optimizar el aprovechamiento de la radiación solar y del calor interno.

En este artículo se presenta un análisis de los puentes térmicos en la edificación, mediante la comparación de una vivienda diseñada con criterios de eficiencia “passivHaus” con una vivienda convencional con las mismas dimensiones. Para la realización de dicho estudio se ha utilizado el software informático “THERM 7.3”. Finalmente se presentan las principales conclusiones y valoraciones de las pérdidas totales caloríficas de los puentes térmicos.

PALABRAS CLAVE: Diseño sostenible, edificio eficiente, NZBE, Puente térmico, Transmisancia térmica.

1.INTRODUCCIÓN

El futuro del modelo energético y su impacto sobre el cambio climático, están entre los retos más importantes a los que se habrá de enfrentar la humanidad en las próximas décadas.

Mediante la propuesta de un nuevo Real Decreto 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 19 de mayo de 2010, en lo relativo a la certificación energética de edificios, se lanza la propuesta 20/20/20 (reducir un 20% del consumo energético, obtener una mejora en un 20% de la eficiencia energética de los edificios y fomentar el uso de un 20% de energía procedente de fuentes renovables, medidos respecto a los niveles de 1990).

Los edificios pasivos llevan la eficiencia energética al extremo: cuidando la orientación, diseñando adecuadamente la envolvente del edificio y aprovechando al máximo la energía del sol, se consigue que la demanda energética para su climatización sea próxima a cero (NZBE) y con una calidad de aire interior muy elevada.

Los principios básicos de un *edificio pasivo* son:

- *Superaislamiento*: con espesores que doblan e incluso triplican los utilizados tradicionalmente.
- *Eliminación de los puentes térmicos*: evita que la envolvente se debilite debido a un cambio de su composición o al encuentro de distintos planos o elementos.
- *Control de las infiltraciones*: de forma tal que el edificio pueda ser calefactado mediante la ventilación mecánica con recuperación de calor.
- *Ventilación mecánica con recuperación de calor*: recoge el calor que transporta el aire interior y lo transfiere al aire fresco que se recoge del exterior, previamente filtrado y en perfectas condiciones higiénicas.
- *Ventanas y puertas de altas prestaciones*: la carpintería exterior es la parte más débil de la envolvente por lo que se emplean secciones con dobles juntas de estanqueidad y vidrios bajo-emisivos dobles o triples que a veces incorporan gases nobles en las cámaras con el fin de mejorar los coeficientes de transmisión térmica.
- *Optimización de las ganancias solares y del calor interno*: El aprovechamiento de todas las ganancias de calor internas generadas por las personas, los electrodomésticos y la iluminación forman parte del balance energético del edificio. Por otro lado la protección en verano frente al exceso de radiación solar es imprescindible.

2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Coefficiente Ψ : Indica el incremento de la transmitancia térmica de un cerramiento manifestado de forma lineal a lo largo de la longitud de un puente térmico.

$$\Psi = L^{2D} - \Gamma(U_f - L_f) \quad (1)$$

L^{2D} = Coeficiente de acoplamiento térmico lineal del cálculo bidimensional.

U_f = Transmitancia térmica de la componente unidimensional considerada.

L_f = Longitud del modelo geométrico bidimensional.

Factor de resistencia superficial interior (f_{rsi}): Indica el riesgo de condensaciones superficiales.

$$f_{rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} \quad (2)$$

θ_{si} = Temperatura mínima de la superficie interior del cerramiento.

θ_i = Temperatura interior ambiente.

θ_e = Temperatura exterior ambiente.

Para la modelización se ha estimado una Temperatura exterior de 5°C e interior de 21°C.

3. RESULTADOS

3.1. ENCuentRO FORJADO INTERMEDIO-FACHADA

3.1.1. VIVIENDA CONVENCIONAL (T-01)

Los materiales utilizados con sus respectivas conductividades térmicas y espesores se muestran en la tabla 1. El detalle del encuentro y los diagramas de Tª y flujo de energía (Fig.1).

Mater	Espesor	Conductividad térmica (W/m)
Ladrillo caravista	0.115	0.634
Aislamiento térmico XPS	0.06	0.032
Ladrillo hueco doble	0.07	0.435
Enlucido de yeso	0.015	0.56
Forjado unidireccional	0.3	0.938
Mortero de cemento	0.08	1.8
Baldosa de gres	0.015	2.6

Tabla 1. Materiales en forjado intermedio-fachada (T-01)

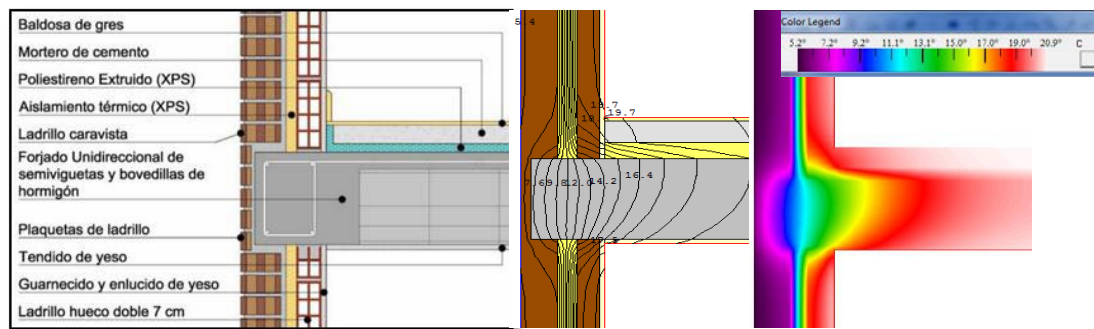


Figura 1. Encuentro de fachada con forjado intermedio. Isotermas. Flujo de energía (T-01)

3.1.2. VIVIENDA PASIVA (P-01)

La conductividad térmica, espesor y eficiencia de cada solución se muestran en tabla 2 y fig.2.

<i>Material</i>	<i>Espesor</i>	<i>Conductividad térmica</i>
Placa de ligera de	0.07	1.1
Aislamiento térmico XPS	0.23	0.032
Ladrillo GF	0.05	0.29
Enlucido de yeso negro	0.01	0.26
Forjado unidireccional	0.3	0.34
EPS de grafito	0.25	0.03
Mortero de cemento	0.08	1.8
Baldosa de gres	0.015	2.6

Tabla 2. Materiales en forjado intermedio-fachada (P-01)

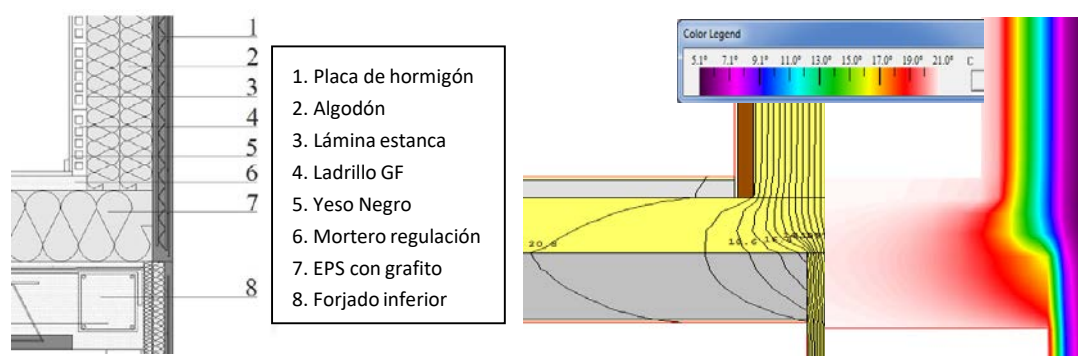


Figura 2. Encuentro de fachada con forjado intermedio. Isotermas. Flujo de energía (P-01)

3.2. PILAR INTEGRADO EN LA FACHADA

3.2.1. VIVIENDA CONVENCIONAL (T-02)

La conductividad térmica, espesor y eficiencia de cada solución se muestran en tabla 3 y fig.3

<i>Mater</i>	<i>Espesor</i>	<i>Conductividad térmica</i>
Ladrillo caravista	0.115	0.634
Enfoscado de cemento	0.01	1.3
Aislamiento térmico XPS	0.03	0.032
Ladrillo hueco doble 7	0.07	0.435
Enlucido de yeso negro	0.01	1.8

Tabla 3. Materiales del pilar integrado en fachada (T-02)

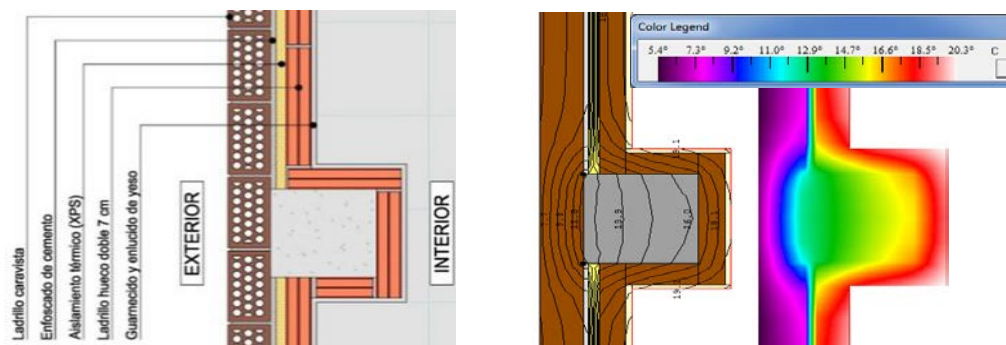


Figura 3. Encuentro de pilar integrado en fachada. Isotermas. Flujo de energía (T-02)

3.2.2. VIVIENDA PASIVA (P-02)

La conductividad térmica, espesor y eficiencia de cada solución se muestran en tabla 4 y fig.4.

<i>Materiales</i>	<i>Espesor (m)</i>	<i>Conductividad térmica (W/m·K)</i>
Placa de hormigón	0.07	1.1
Aislamiento térmico XPS	0.19	0.032
Ladrillo hueco doble 5 cm	0.05	0.435
Enlucido de yeso	0.01	1.8

Tabla 4. Materiales del pilar integrado en fachada

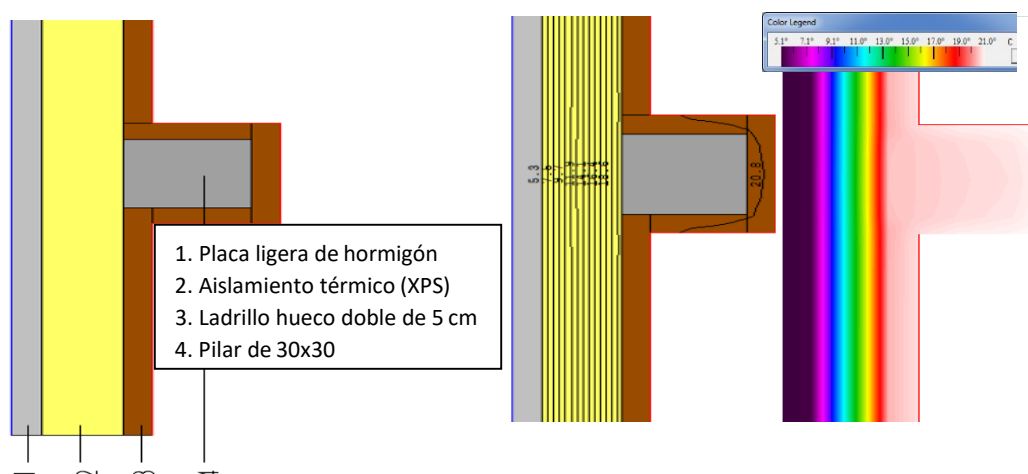


Figura 4. Encuentro con pilar integrado en fachada. Isotermas. Flujo de energía (P-02)

3.3. ENCUESTRO FACHADA-FORJADO SUPERIOR

3.3.1. VIVIENDA CONVENCIONAL (T-03)

La conductividad térmica, espesor y eficiencia de cada solución se muestran en tabla 5 y fig.5.

<i>Materiales</i>	<i>Espesor</i>	<i>Conductividad térmica (W/m·K)</i>
Teja mixta	0.05	0.938
Aislamiento térmico XPS	0.06	0.032
Cámara de aire	-	3.79
Forjado superior	0.3	0.938
Aplacado de piedra	0.03	3.5
Mortero de cemento	0.015	1.8
Ladrillo hueco doble	0.09	0.435
Aislamiento térmico XPS	0.06	0.032
Cámara de aire	0.03	3.79
Ladrillo hueco doble	0.05	0.435
Guarnecido de yeso negro	0.01	1.8
Cámara de aire	0.2	3.79
Falso techo de escayola	0.015	0.576

Tabla 5. Materiales en fachada–forjado superior

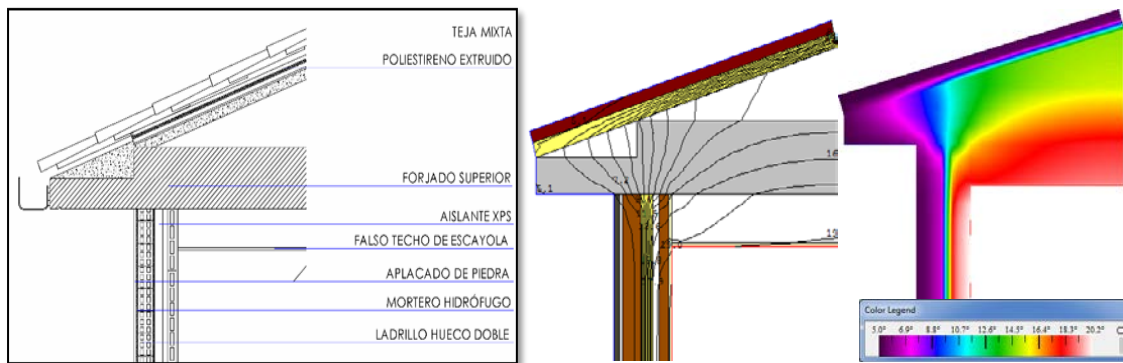


Figura 5. Encuentro de fachada-forjado superior. Isotermas. Flujo de energía (T-03)

3.3.2. VIVIENDA PASIVA (P-03)

La conductividad térmica, espesor y eficiencia de cada solución se muestran en tabla 6 y fig.6.

<i>Mater</i>	<i>Espesor</i>	<i>Conductividad térmica (W/m²)</i>
Teja mixta	0.05	0.938
Aislamiento térmico XPS	0.06	0.032
Cámara de aire	-	3.79
Forjado superior	0.3	0.938
Placa ligera de hormigón	0.07	1.1
Aislamiento térmico XPS	0.15	0.032
Aislamiento térmico XPS	0.08	0.032
Ladrillo hueco doble	0.05	0.435
Enlucido de yeso negro	0.01	1.8
Solera HA-25	0.15	2.3
Aislamiento térmico XPS	0.25	0.032
Cámara de aire	0.2	3.79
Falso techo de escayola	0.015	0.576

Tabla 6. Materiales en fachada-forjado superior

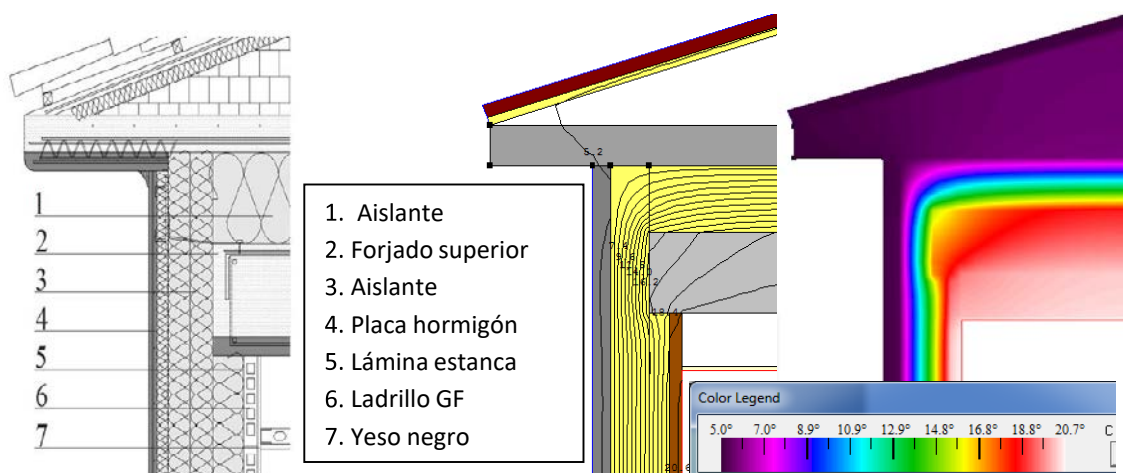


Figura 6. Encuentro de fachada-forjado superior. Isotermas. Flujo de energía (P-03)

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En tabla 7 se compara el factor de resistencia superficial entre viv. convencional y viv. pasiva.

Factor de resistencia superficial (f_{rsi})			
<i>Tipo de puente</i>	<i>Vivienda</i>	<i>Vivienda</i>	<i>C</i>
N-01/T-01	0.94	0.75	0.
N-02/T-02	0.98	0.78	0.
N-03/T-03	0.96	0.81	0.

Tabla 7. Comparación PH y vivienda convencional

A la vista de los resultados, se aprecia que la “Vivienda pasiva” obtiene valores menores de transmitancia térmica y mayores en el factor de resistencia superficial interior.

Ha quedado demostrado que un puente térmico implica una gran pérdida de calor y, en función de cómo esté resuelto, puede dar lugar a que los elementos estructurales afectados estén sometidos a diferenciales térmicos importantes.

5. REFERENCIAS

1. The American Institute of Architects. (1984). *La casa pasiva. Clima y ahorro energético*. Editorial Blume, Barcelona. Título original en inglés: *Regional guidelines for building passive energy conserving homes*.
2. Centro de Espacio Subterráneo de la Universidad de Minnesota. (1983). *Conjuntos de viviendas semienterradas. Comportamiento energético y aspectos urbanísticos*. Edit G Gili, México.
3. Ankink, D.; Chiel y Mak, J. (1996). *Handbook of Sustainable Building, Earthscan*. Oxon, Nueva York.
4. Bere, J. (2013). *Building for the Future: An Introduction to Passive House*. RIBA Publishing, Londres.
5. Chiras, D. (2002). *The Solar House: Passive Heating and Cooling*. Chelsea Green Publishing, Vermont.
6. Hegger, M. (2008). *Energy Manual, Sustainable Architecture*. Birkhäuser, Basilea.
7. Hindrichs, D. U. y Daniels, K. (2007). *Plusminus 20°/40° Latitude*. Axel Menges, Fellbach.
8. Ragonesi, Marco, et al. (2009). *Minergie-P, Das Haus der 2000-Watt-Gesellschaft*. Faktor Verlag, Zürich, 2009.
9. Rudofsky, B. (1964). *Architecture without Architects, an Introduction to Nonpedigreed Architecture*. Museum of Modern Art, Nueva York.
10. Schnittich, C. (2003). *Solares Bauen im Detail*. Birkhäuser, Basilea.
11. Serra, R. (2000). *Arquitectura y climas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
12. Sevilla, A. (2000). *Arquitectura solar para climas cálidos*. Geohabitat, Almería.
13. Varios autores (2011). *Guía del estándar Passivhaus*. Fenercom, Madrid.
14. Wagner, A. (2006). *Bürogebäude mit Zukunft: Konzepte, Analysen, Erfahrungen*. Solarpraxis, Berlín.
15. Waltjen, T. (2008). *Details for Passive Houses*. Springer, Viena/Nueva York.
16. Zimmermann, M. (2003). *Handbuch der passive Kühlung*. Fraunhofer IRB Verlag, Dübendorf.

DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UNA PRÓTESIS MUCOSOPORTADA EN EL MAXILAR INFERIOR CON CALIDAD ÓSEA TIPO I

Francisco Cavas Martínez*, Daniel García Fernández-Pacheco

Departamento de Expresión Gráfica, Universidad Politécnica de Cartagena, C/ Doctor
Fleming, S/N, 30202, Cartagena, Murcia

*francisco.cavas@upct.es

RESUMEN

La pérdida de componentes en la dentadura supone un problema en los pacientes debido a las implicaciones de tipo funcional, fonético y estético. Para la rehabilitación de estos pacientes se ha recurrido hasta la fecha a soluciones basadas en el empleo de prótesis dentales retenidas con implantes. Sin embargo, estas soluciones no logran una estabilidad que permita un buen funcionamiento. Por este motivo, se genera la necesidad de proponer un modelo geométrico que permita un análisis fiable de su funcionalidad mediante el empleo de Elementos Finitos. La presente comunicación propone la obtención de un modelo geométrico real del conjunto definido por los implantes dentales y el maxilar inferior de calidad ósea tipo I, lo que le permite realizar una simulación posterior mediante Elementos Finitos de su comportamiento biomecánico bajo la acción de distintos regímenes de carga en dirección axial en condiciones de masticación y de sobrecarga. El modelo generado constituye un prototipo virtual de gran utilidad al odontólogo que le permite predecir la estabilidad de la estructura acoplada como soporte de una prótesis total frente a los desplazamientos, esfuerzos y deformaciones que pueda sufrir la prótesis mucosoportada.

PALABRAS CLAVE: Geometría Computacional, Modelado 3D, implante dental, biomecánica

1. INTRODUCCIÓN

La ausencia total de los componentes de una dentadura conlleva implicaciones de tipo funcional, fonético y estético, afectando a la calidad de vida de los pacientes¹. Éstos utilizan un tipo de prótesis denominada prótesis mucosoportada implanto-retenida en el maxilar inferior o superior¹. El éxito de este tipo de implantes depende del grado de osteointegración alcanzado, el cual depende de las características geométricas del implante, de la técnica quirúrgica utilizada y de los valores máximos y mínimos alcanzados en la distribución de tensiones y deformaciones que provoca dicho implante en el tejido óseo adyacente, al ser empleado éste como soporte de la prótesis². La presente comunicación propone la obtención de un modelo geométrico real del conjunto definido por los implantes dentales y el maxilar inferior de calidad ósea tipo I, lo que permite realizar una simulación posterior mediante Elementos Finitos de su comportamiento biomecánico bajo la acción de distintos regímenes de carga en dirección axial en las condiciones de masticación y sobrecarga.

2. METODOLOGÍA

En este apartado se describen los dos métodos de modelado utilizados en el presente trabajo.

2.1. MODELADO MEDIANTE GEOMETRÍA COMPUTACIONAL

El modelo geométrico del maxilar inferior (figura 1) y de la prótesis dental mucosoportada (figura2) se obtiene mediante diversas operaciones geométricas (figura 1) utilizando el software Autodesk Inventor®.

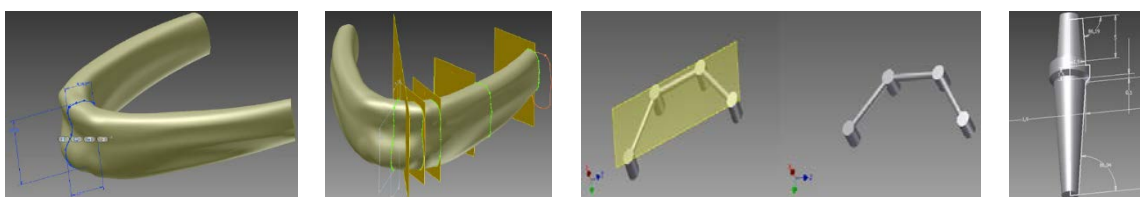


Figura 1. Modelado del maxilar inferior, barras de retención e implante

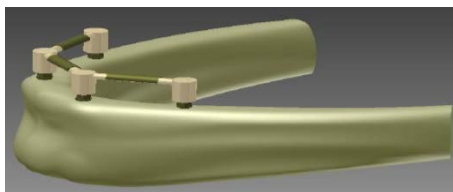


Figura 2. Ensamblaje final

2.2. MODELADO BIOMECÁNICO POR EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

Los modelos geométricos obtenidos son exportados a un software específico de elementos finitos, ANSYS®, para proceder a la simulación numérica y posterior análisis de los esfuerzos y deformaciones transmitidos de los implantes, la barra de retención de la sobredentadura y del tejido óseo cortical en base a las diferentes cargas adoptadas en dirección axial sobre cada clip de la prótesis (tabla 1). Se aplican restricciones a los extremos de la mandíbula, permitiendo que permanezcan estables. El modelo adopta 62787 nodos para 35452 elementos (figura 3).

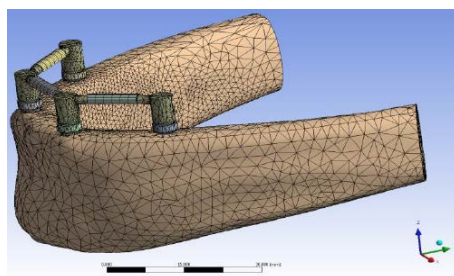


Figura 3. Mallado del modelo

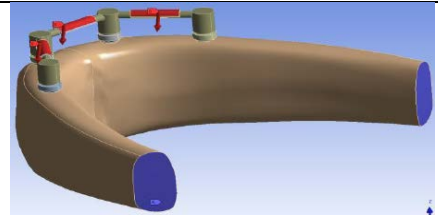
	<i>Carga aplicada en cada barra en dirección axial (N)</i>	38.1 (fuerza masticatoria)
		66.9 (valor mínimo de sobrecarga)
		166.6 (valor máximo de sobrecarga)
		134.1 (valor promedio)

Tabla 1. Sistema de cargas aplicadas al modelo

El material del implante es la aleación CoCrMo ($Y = 217000$, $\nu = 0.32$), que junto con las propiedades mecánicas del implante de Titanio ($Y = 113800$, $\nu = 0.34$) y el hueso cortical calidad ósea grado I ($Y = 13800$, $\nu = 0.3$) definen las propiedades mecánicas del conjunto³.

3. SIMULACIÓN NUMÉRICA. ANÁLISIS.

Dado que el diseño de la mandíbula es simétrico, al aplicar los esfuerzos en las barras (Tabla 2), solamente se analizan los esfuerzos sobre los implantes 1 y 2 para las cargas descritas en la tabla 1. Respecto al hueso cortical, se observa que la mayor distribución de esfuerzos está localizada en los extremos de la mandíbula. Respecto la interfaz hueso-implante, los mayores esfuerzos están

localizados en la zona superior del maxilar en contacto con el implante nº 2. Respecto la barra, los mayores esfuerzos se encuentran en su lugar de aplicación.

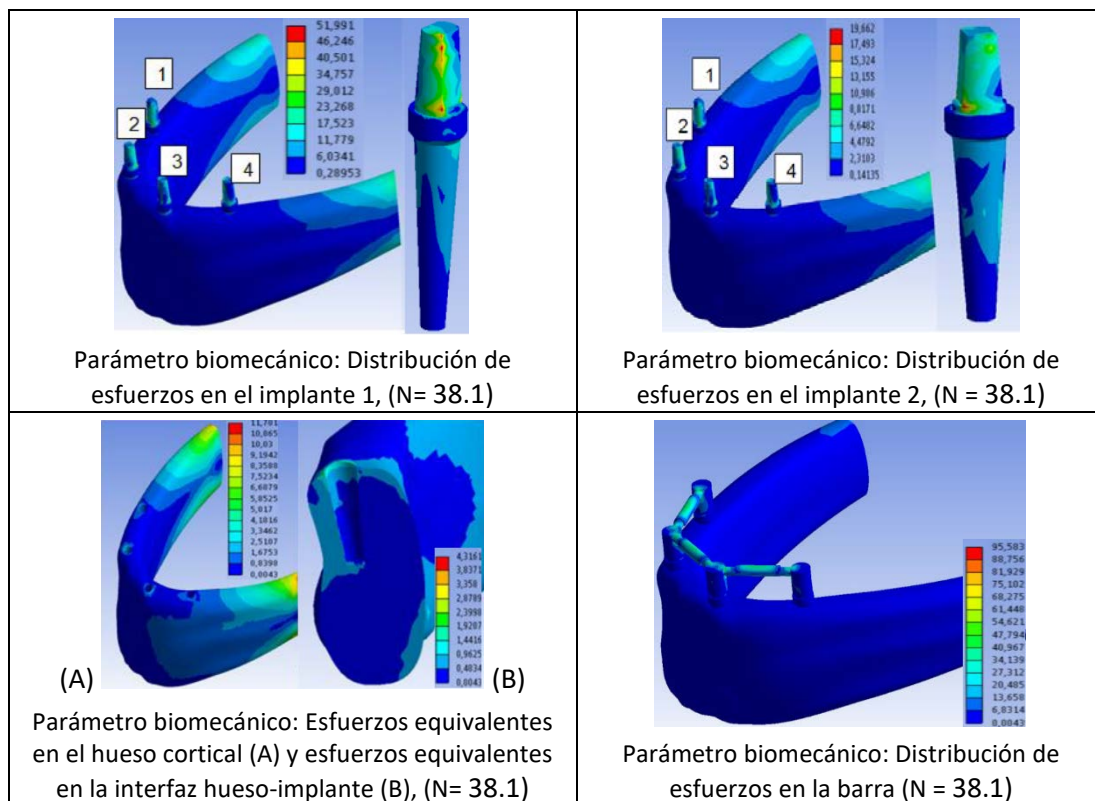


Tabla 2. Distribución de esfuerzos y deformaciones de los parámetros biomecánicos

4. CONCLUSIONES

Los mayores esfuerzos se observan en la barra para un valor de hasta 335.78 MP. No obstante, este valor es inferior al valor de fluencia de la aleación de la barra, por lo que no existe riesgo de deformación permanente. Una conclusión similar es obtenida respecto a los implantes. Además se observa que los valores obtenidos en la simulación al aplicar las 4 cargas en la interfaz del implante con el hueso resultan apropiados para estimular la osteointegración, por lo que el modelo generado constituye un prototipo virtual de gran utilidad para predecir la estabilidad de la estructura acoplada como soporte de una prótesis total frente a los desplazamientos, esfuerzos y deformaciones que pueda sufrir la prótesis mucosoportada.

5. REFERENCIAS

1. Guillaume B. Dental implants: A review. *Morphologie : bulletin de l'Association des anatomistes* 2016.

2. Feller L, Chandran R, Khammissa RA, Meyerov R, Jadwat Y, Bouckaert M, *et al.* Osseointegration: biological events in relation to characteristics of the implant surface. *SADJ : journal of the South African Dental Association* 2014, **69**(3): 112, 114-117.
3. Annunziata M, Guida L. The Effect of Titanium Surface Modifications on Dental Implant Osseointegration. *Frontiers of oral biology* 2015, **17**: 62-77.

DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PORTÁTIL PARA EL ACCESO DE PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA A VEHÍCULOS

Olga Latre Ayén¹, David Ranz Angulo^{1*}, Ramón Miralbes Buil¹

1) Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza, María de Luna Nº3, edificio Torres Quevedo, 50015, Zaragoza

*dranz@unizar.es

RESUMEN

El trabajo consiste en el diseño y desarrollo de una plataforma que facilite a las personas con movilidad reducida o discapacitadas la transferencia al interior de un automóvil convencional con la ayuda de un acompañante.

Este producto debe adaptarse a las diferentes alturas que se pueden encontrar en el asiento del copiloto de los vehículos más comunes, a su vez debe adecuarse a las geometrías de puertas, principalmente de la apertura y marcos de las mismas, con el objetivo de aumentar su versatilidad. Por otro lado debe ser un producto portátil ya que actualmente, o el usuario se ve obligado a tener que adaptar el vehículo o tener que utilizar tablas de transferencia. En el primer caso la persona con movilidad reducida o discapacitada depende siempre de un mismo vehículo. Mientras que en el segundo caso la solución es válida solo para personas que pueden mantenerse sentadas autónomamente y además las alturas de los asientos entre vehículo y silla son similares. Para el desarrollo completo del presente producto se utilizan herramientas de DFMA, de simulación de la cinemática del producto y del comportamiento estructural del mismo para dar con una solución optimizada, desde un punto de vista multidisciplinar.

PALABRAS CLAVE: Diseño, ergonomía, DFMA, FEM, discapacidad, productos de apoyo, ...

1. METODOLOGÍA UTILIZADA

A partir de la investigación de las soluciones existentes en el mercado, se plantean diferentes propuestas conceptuales que dan solución a los requerimientos establecidos por la normativa y por las necesidades detectadas en los usuarios. De estas propuestas se llevó a cabo una valoración objetiva en función del número de componentes, complejidad de uso, volumen que ocupaba plegado y otros condicionantes mecánicos y de estabilidad. Este concepto seleccionado se desarrolló ergonómicamente para conseguir la mayor adaptación al vehículo y a los usuarios involucrados en el proceso de transferencia. A partir de aquí se utilizaron herramientas DFMA para lograr una solución óptima económicamente. La solución más adecuada desde el punto de vista de la fabricación y el ensamblaje se estudia mediante métodos de elementos finitos (FEM) para alcanzar mediante diversas interacciones una solución aligerada que satisface los requerimientos mecánicos establecidos por la normativa vigente.

2. ESTUDIOS ERGONÓMICOS

ALTURAS DE PUERTAS

Cada marca y tipología de vehículo tiene dimensiones diferentes, es decir, no existe una estandarización. Para obtener una estimación de la altura mínima y máxima que debía alcanzar nuestro producto, las medidas se sacaron de diferentes manuales de diseño de automóviles [1]. La Figura 1 muestra las medidas obtenidas, de la cual se seleccionan las medidas extremas para realizar el dimensionamiento del producto.

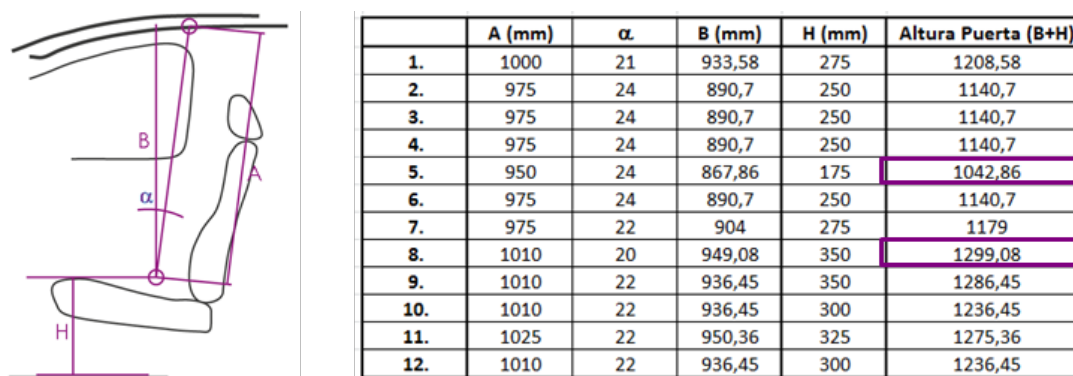


Figura 1. Alturas de Puertas de Vehículos

DESALINEACIÓN DE LOS MARCOS

Otro aspecto a contemplar fue la desalineación que se produce entre el marco superior e inferior de la puerta respecto a la vertical, en este caso la única solución era tomar las medidas in situ de diversos vehículos al azar. La Figura 2 muestra los resultados obtenidos.

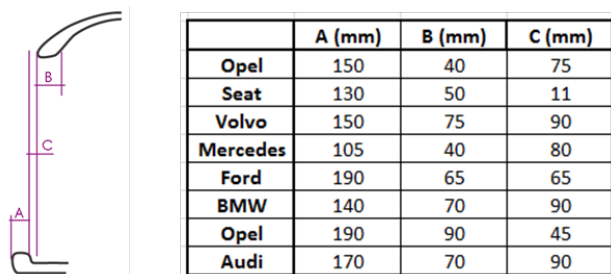


Figura 2. Desalineación de Perfiles

INCLINACIÓN DEL PILAR B

Esta característica la tienen la mayoría de los vehículos, para este producto era un inconveniente ya que el espacio para realizar el giro e introducir a la persona en el interior del vehículo se reduce, de manera que en algunos casos resulta un problema. La solución fue darle al producto una forma quebrada en vez de recta, que permite aprovechar ese espacio. La Figura 3 muestra el espacio que se perdía en función del diseño.



Figura 3. Espacio perdido según la forma

3. DFMA

La finalidad del uso de esta herramienta ha sido la búsqueda de la optimización económica del producto actuando sobre factores propios de la fabricación y el ensamblaje de los componentes que lo forman. Mediante diferentes interacciones se trabaja sobre el rediseño, en caso de resultar necesario, de cada subconjunto funcional y de sus componentes, de manera que se mejoren las operaciones de fabricación y montaje desde las primeras etapas de desarrollo del producto [2]. La Tabla 1 muestra algunos ejemplos de aplicación de la metodología DFMA, que manteniendo la funcionalidad de los componentes consigue una reducción en el coste final del producto.

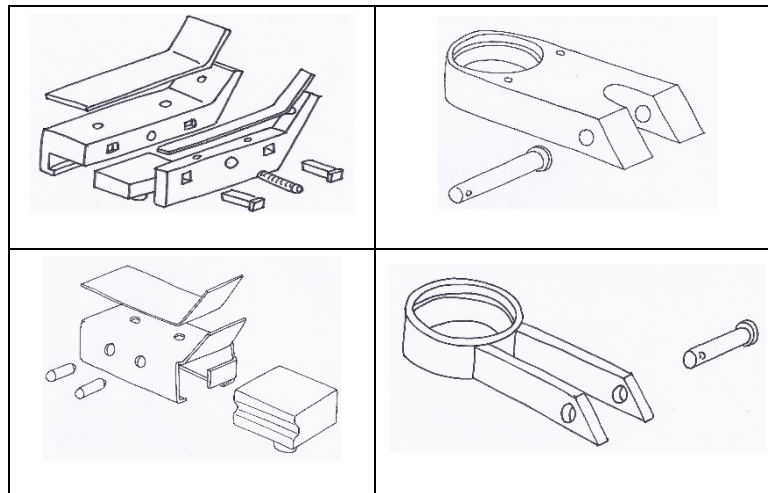


Tabla 1. Ejemplos aplicación DFMA a la plataforma portátil.

Resultados DFA	Diseño Original	Rediseño	Diferencia (%)
Reducción del número de piezas	52	48	-7.7
Eficiencia del ensamblaje	34	44	29.4
Tiempo de montaje (segundos)	277.13	248.43	-10.4
Coste total (€)	113.24	105.92	-6.5
Peso (Kg)	11.4	8.48	-25.6

Tabla 2. Mejoras obtenidas con el DFMA.

4. ANÁLISIS MECÁNICO

El objetivo de este análisis ha sido el diseño de un producto económico y ligero, que cumpliera con los requerimientos de carga (120 kg) que establece la norma UNE-EN ISO 10535 [3]. Se plantearon 4 casos diferentes de carga, y según los resultados obtenidos y la función de la pieza, se adaptaron diferentes soluciones, siempre manteniendo los criterios establecidos en el DFMA.

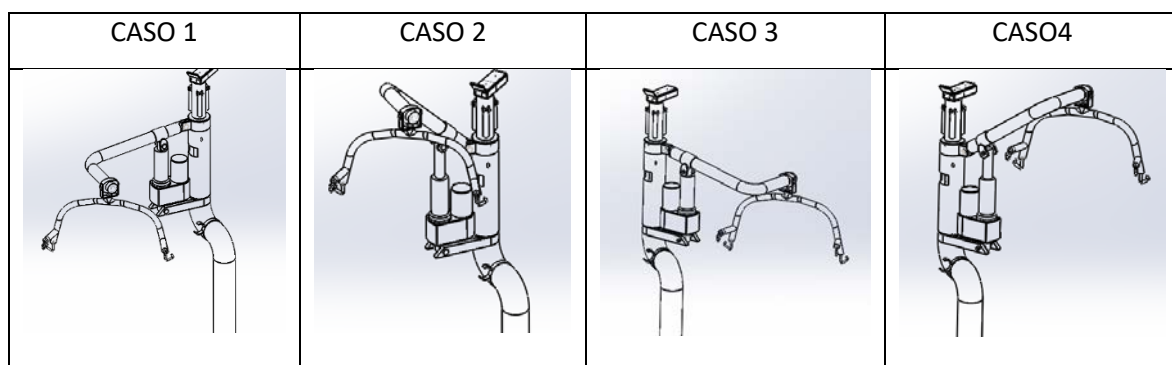


Tabla 3. Casos de carga considerados.

Al analizar los diferentes casos de carga se observa que se puede establecer una clasificación de los diferentes componentes del producto en 3 grupos:

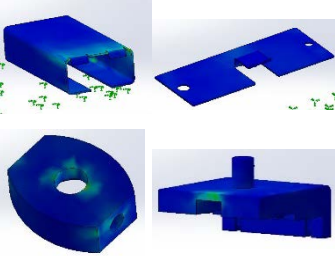
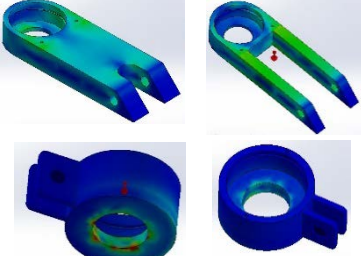
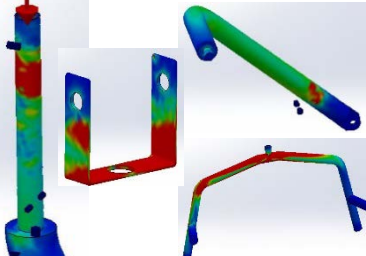
Diseño original	Rediseño	Casos individuales
		

Tabla 4. Optimización de los diferentes componentes.

A pesar de ser una parte externa al producto, se tuvo que analizar debido a que se debía verificar que nuestro producto cuando está siendo usado no daña ambos perfiles de la puerta. El resultado fue el esperado, es decir, no dañaba dicha estructura a pesar del esfuerzo que nuestro producto generaba sobre el vehículo (véase Figura 4).

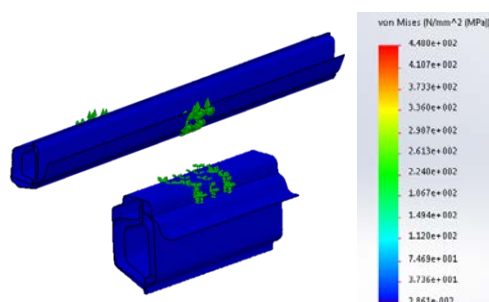


Figura 4. Perfil Superior e Interior.

5. RESULTADO FINAL Y CONCLUSIONES

El producto que es objeto del artículo consta de una fijación inferior, que permite que el producto apoye sobre el marco inferior de manera segura y estable, ya que se adapta a la forma que tienen la mayoría de los vehículos, en el extremo opuesto esta la fijación superior, el cual simplemente tiene la rotación libre y permite ser graduado para salvar la desalineación entre el marco superior e inferior de la puerta, la fijación en ambos casos se consigue mediante tornillo.

Por otro lado está el cuerpo principal, compuesto por el tubo quebrado y la barra móvil, estas están ensambladas mediante rosca, de manera que se consigue la adaptación para las diferentes alturas de puertas, ya que el tubo quebrado es fijo.

Para conseguir la elevación de la persona y poderla introducir en el vehículo, consta de un brazo curvado en “L” cuya forma favorece la función. Este se gradúa en altura gracias al actuador lineal donde apoya, para que funcione el producto, no se necesita ninguna adaptación del vehículo, ya que solo necesita una conexión a 12V, que son las que ofrecen los vehículos convencionales.

En definitiva con la utilización de estas herramientas y la metodología descrita se ha conseguido una plataforma portátil para la transferencia al vehículo de personas con movilidad reducida, que desde sus etapas iniciales de diseño contempla una solución óptima para la fabricación, el ensamblaje y la funcionalidad requerida a este producto.

6. REFERENCIAS

- [1] G. W. Stuard Macey, H-Point: The fundamentals of Car Design and Packaging, Pasadena. CA: Design Studio Press, 2008.
- [2] UNE-EN ISO 10535. Grúas para el traslado de personas con discapacidad. Requisitos y métodos de ensayo.
- [3] D. W. R. P. Dr. Guanghsu A. Chang, AC 2012-5319: Using Design for Assembly Methodology to Improve Product Development and Design Learning at MSU, Mankuta: American Society for Engineering Education, 2012.

DOCENCIA EN INGENIERÍA GRÁFICA: APRENDER JUGANDO

Valentín Gómez-Jáuregui^{1*}, Cristina Manchado¹, César Otero¹

1) Grupo EGICAD, Universidad de Cantabria, Avda. Los Castros s/n, 39005, Santander

*valen.gomez.jauregui@unican.es

RESUMEN

La ingeniería es una profesión vocacional; aun así, los estudiantes necesitan estímulos para ser más participativos y activos. Una propuesta para conseguirlo es la ludificación o gamificación (gamification), consistente en el empleo de juegos en contextos no lúdicos. Varios estudios han demostrado efectos positivos de la ludificación en la enseñanza de la ingeniería. Este trabajo muestra su aplicación a un curso de Ingeniería Gráfica del grado de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Cantabria. Durante el curso académico, los estudiantes tuvieron que hacer frente a diferentes tipos de tareas: competiciones, torneos, simulaciones, foros sociales, campeonatos, etc. La participación era voluntaria casi siempre, por tanto, este estudio se centra en la percepción individual de estudiantes y profesores más que en los efectos objetivos de aprendizaje; los resultados han sido positivos según ambas perspectivas. El número de estudiantes que consideran estas actividades lúdico-formativas como beneficiosas o interesantes es de entre 3 a 10 veces más alto que los que piensan lo contrario. Las principales ventajas de la gamificación han sido la reducción del absentismo, el incremento del interés por las clases, la inclusión de amenidad y diversión en la docencia y el aumento de iniciativa y participación por parte de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Educación; Ingeniería Gráfica; Ludificación; Gamificación; Dibujo; Mecánica

1. INTRODUCCIÓN

CONCEPTOS Y DEFINICIONES

La ludificación o gamificación (del inglés, *gamification*), consiste en el empleo de dinámicas de juego en contextos no lúdicos, con el fin de potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo, etc.

Tiene aplicaciones en diferentes ámbitos, como las empresas, el deporte, el asociacionismo o la educación.

EXPERIENCIAS PREVIAS

Numerosos estudios han demostrado efectos positivos de la ludificación en la educación, complementados recientemente por investigaciones adicionales en enseñanza de la ingeniería. Bodnar et al. (2016) identificaron y analizaron 191 casos de estudio, concentrándose especialmente en 62 de ellos en los que, además del interés y motivación de los estudiantes, se evaluaban también sus resultados académicos y su rendimiento. Las principales conclusiones fueron que, en ambos casos, en el 87% de dichas experiencias había habido resultados beneficiosos para los estudiantes.

En el área más concreta de la ingeniería gráfica, Crown (2001) propuso y analizó una metodología para mejorar la visión espacial de estudiantes de asignaturas de dibujo y representación, para lo cual empleó sencillos juegos de ordenador escritos en Javascript, obteniendo resultados positivos. Chen et al. (2013) mostraron otra experiencia basada en juegos instalados en terminales móviles, que mejoraron la capacidad de autoaprendizaje de los alumnos así como su habilidad en percepción espacial.

2. EXPERIENCIA EN INGENIERÍA GRÁFICA

El presente comunicado tiene por objeto hacer una breve presentación de una experiencia pedagógica sobre la aplicación de dinámicas de juego en una asignatura de Ingeniería Gráfica enmarcada en el Grado de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Cantabria. Se organizaron diversas actividades, la mayoría de las veces voluntarias (aunque con repercusión positiva en la evaluación continua), entre las que se pueden mencionar: el Campeonato de Límites y Ajustes, análogo al “Hundir la Flota” pero teniendo que acertar los ajustes preferentes ISO de los compañeros y organizado a modo de eliminatorias; el Torneo de Vídeos de Fabricación, en el que los estudiantes han de crear el mejor catálogo de vídeos con procesos de fabricación, premiándose la originalidad, variedad y calidad de las muestras encontradas en la web; el Concurso de Modelado 3D, en el que han de diseñar y modelar un conjunto o ensamblaje, que se presentará para ser votado por toda la clase, y cuyo premio será la impresión en 3D del diseño del ganador; el Foro de Preguntas Trivial, en el que se plantean preguntas de examen tipo test y aquellas que resultan más interesantes y didácticas son incluidas en el examen teórico de la asignatura.

SUBMISSION 1 - Helicóptero



Figura 1. Modelo 3D y maqueta ABS, ensamblada por el ganador del Concurso de Modelado.

Asimismo, durante el transcurso de las clases se utilizan otras dos tecnologías mediante los dispositivos móviles de los alumnos: Por una parte, mediante la aplicación Socrative, se crean encuestas, concursos de preguntas y respuestas y sondeos anónimos en los que los alumnos pueden participar directamente mediante sus smartphones. Por otra parte, se ofrece en los apuntes la posibilidad de visualizar buena parte de los elementos mecánicos estudiados en la asignatura a través Realidad Aumentada, mediante marcadores y una aplicación (Aumentaty Viewer) instalada también en sus smartphones (Gómez-Jáuregui et al. 2015).

3. ENCUESTA Y RESULTADOS

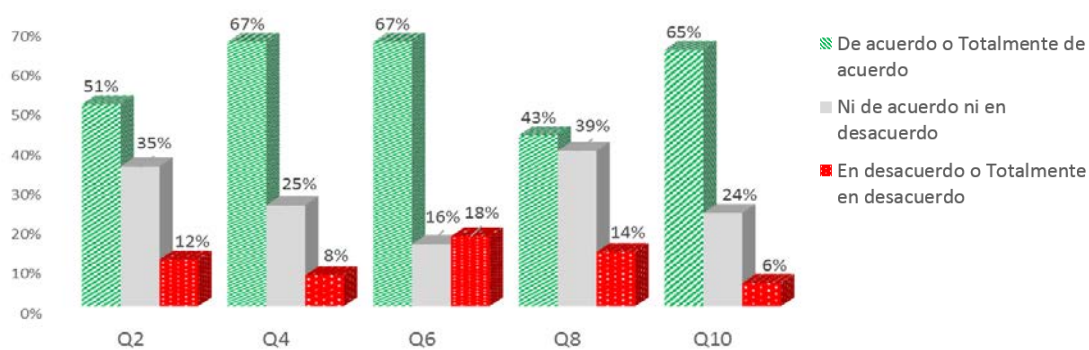


Figura 2. Encuesta de satisfacción sobre utilidad y motivación de las actividades propuestas.

Con el fin de valorar los beneficios de estas técnicas pedagógicas, se utilizó una encuesta contestada por 51 de los 55 estudiantes de la asignatura (93%). Las preguntas eran muy sencillas y tan sólo pretendían averiguar el grado de participación de los alumnos en las actividades y su percepción acerca de la utilidad y la motivación que dichas dinámicas les ofrecían. De forma muy resumida, y tal y como se puede ver en la figura 2, el número de estudiantes que consideran estas actividades lúdico-formativas como beneficiosas o interesantes es de entre 3 a 10 veces más alto que los que piensan lo contrario.

4. CONCLUSIONES

Los resultados de esta experiencia, basada en el aprendizaje mediante el juego, han sido positivos no sólo para los estudiantes sino también para los profesores. Los principales beneficios se han hecho patentes en la actitud de los estudiantes y en la percepción de su propio rendimiento, objetivamente mejorada por la estimulación exógena de estas dinámicas lúdicas. Asimismo, también ha reportado ventajas para los docentes y la organización de la metodología pedagógica de la asignatura. Se ha observado una reducción del absentismo al aula, un mayor interés acerca de los temas tratados en la asignatura, una mayor participación por parte de los estudiantes y una mejora en el ambiente y entusiasmo en la clase.

En futuros trabajos se habrá de planificar esta experiencia de tal modo que se puedan inferir resultados acerca de los resultados académicos y el rendimiento por parte de los alumnos, sin limitarse a analizar únicamente aspectos motivacionales y subjetivos.

5. REFERENCIAS

- Bodnar, C. A., Anastasio, D., Enszer, J. A. and Burkey, D. D. (2016) Engineers at Play: Games as Teaching Tools for Undergraduate Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 105: 147–200. doi: 10.1002/jee.20106
- Crown, S.W. (2001) Improving visualization skills of engineering graphics students using simple javascript web based games. *Journal of Engineering Education*, 90(3), 347–355. doi: 10.1002/j.2168-9830.2001.tb00613.x
- Chen, H., Chen, L., Chen, J., and Xu, J. (2013) Research on mobile learning games in engineering graphics education. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 269, pp. 2981–2986. doi: 10.1007/978-94-007-7618-0_379
- Gómez-Jáuregui, V., Manchado, C. and Otero, C. (2015) An Experiment with Augmented Reality applied to Education in Graphic Engineering. *Proceedings of the XXV International Conference On Graphic Engineering*. 17-19 June 2015, (San Sebastián).

ESTADO DEL ARTE DE LA TECNOLOGÍA WEARABLE. FUTURAS APLICACIONES INDUSTRIALES

Leire Francés *, Paz Morer, M. Isabel Rodriguez, Aitor Cazón

Departamento Mecánica. Área de Diseño. Tecnun. Universidad de Navarra
Paseo Manuel de Lardizábal 13, 20018, Donostia-San Sebastián, Guipúzcoa

* lfrances@tecnun.es

RESUMEN

Este artículo tiene como objeto presentar el estado del arte de los dispositivos wearables desde tres perspectivas diferentes; 1) principios que los constituyen, 2) requisitos que debe tener la tecnología que se implanta en ellos y 3) las aplicaciones actuales. En este sentido, se presentan las áreas de oportunidad que se han identificado relacionadas directamente con una de las tendencias que con mayor fuerza están impactando: la industria 4.0.

El artículo no sólo se centra en la tecnología sino que aborda la importancia del factor humano en la industria analizando cómo objetivar esta variable y poder así optimizar procesos y alinear los intereses de toda la cadena de valor de una empresa industrial.

En este marco, se introducen conceptos directamente relacionados con el factor humano como el diseño centrado en las personas y la ergonomía (en sus vertientes física, cognitiva y emocional).

Finalmente, se propone cómo gestionar la dualidad técnico-humana para el desarrollo de dispositivos wearables que supongan un elemento competitivo para las empresas.

PALABRAS CLAVE: Wearable | industry 4.0 | ergonomy | user-centered design

1. INTRODUCCIÓN

Una de las corrientes que está teniendo en cuenta el factor humano es la Industria 4.0. En este paradigma se está avanzando rápidamente en la incorporación de tecnologías Big Data e IoT (Internet of Things) al hardware de la industria, pero la intervención en los procesos del factor humano sigue siendo fundamental porque aporta una flexibilidad y una creatividad que las máquinas difícilmente alcanzarán en muchas décadas.

En este marco, los wearables son una representación de esta nueva actualidad, ya que se trata de aparatos y dispositivos electrónicos que se incorporan en alguna parte de nuestro cuerpo interactuando continuamente con el usuario y acompañándolo a todas partes mientras son capaces de captar y proporcionar una gran diversidad de tipos de datos.

Así, el diseño de un wearable con aplicación industrial, debe estar propugnado por una metodología que contemple los aspectos referentes a las personas, a la tecnología y a la comunicación entre ambos.

Este artículo recoge, basada en una búsqueda de la literatura, los principios que se deben tener en cuenta en el diseño de un wearable, así como una revisión de los productos actuales en vías de investigación y comerciales.

2. PRINCIPIOS DE DISEÑO DE LOS DISPOSITIVOS WEARABLE

Hasta ahora, los principios que regían el diseño de dispositivos wearable se definían teniendo en cuenta factores tecnológicos, pero en los últimos años se ha empezado a considerar el diseño centrado en las personas como pieza clave para el éxito de estos dispositivos ya que se adelantan a la problemática presente de aceptación y uso de éstos. Así, ya se ha empezado a definir los requisitos que debe tener un wearable centrado tanto en los factores humanos como en tecnológicos [1].

2.1. DISEÑO CENTRADO EN LAS PERSONAS

2.1.1. ERGONOMÍA

La comprensión de la ergonomía en todas sus vertientes, es un factor importante a controlar para este estudio, ya que tiene como objeto clasificar las características de un wearable en función de la tipología de ergonomía que las sustenta.

La figura 1 representa la definición de la clasificación de los diferentes campos de ergonomía, considerados en función de las características que las constituyen.

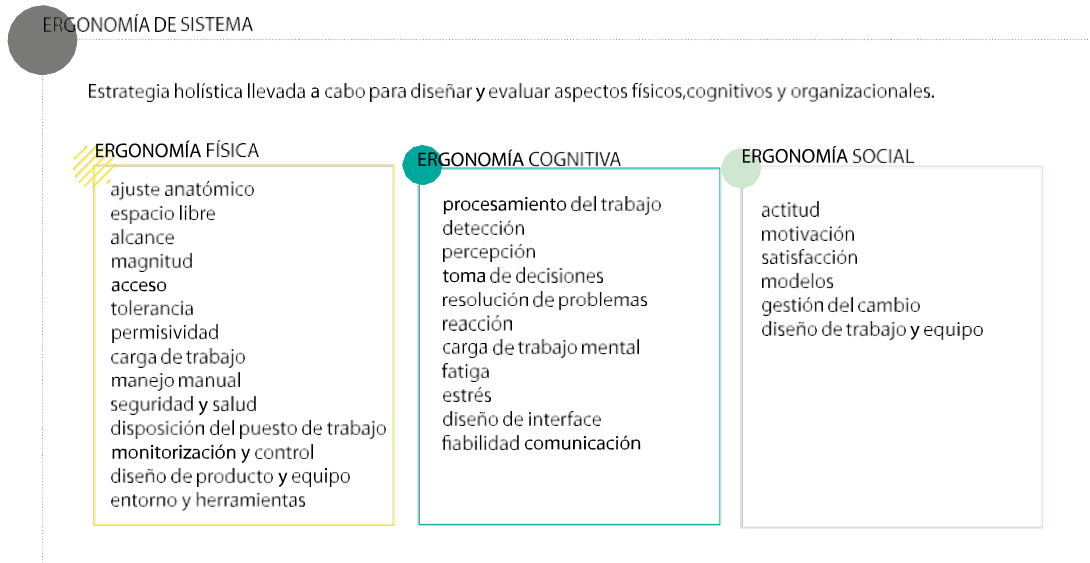


Figura 1. Definición de ergonomía física, cognitiva, social y de sistema.

La ergonomía emocional todavía no ha sido reconocida como tal debido a la dificultad de medición y de objetivación que representa. Englobaría a la ergonomía social y al sistema de relaciones que se establece entre las tipologías de ergonomía ya citadas. El reto en la ergonomía emocional es controlar las reacciones conscientes y las subconscientes: entender qué le satisface al usuario mediante la observación [5].

Existen algunas metodologías que si hablan de la ergonomía emocional (SeQuaM, PAD, SAM, PrEmo, Kansei engineering, QFD) y algunos estudios que hablan de la percepción de las emociones a través del producto [3] aunque todavía no se ha conseguido objetivar esta variable de manera exitosa.

2.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS WEARABLE

Los principios de wearabilidad [1] pueden clasificarse en función de las tres tipologías de ergonomía definidas:

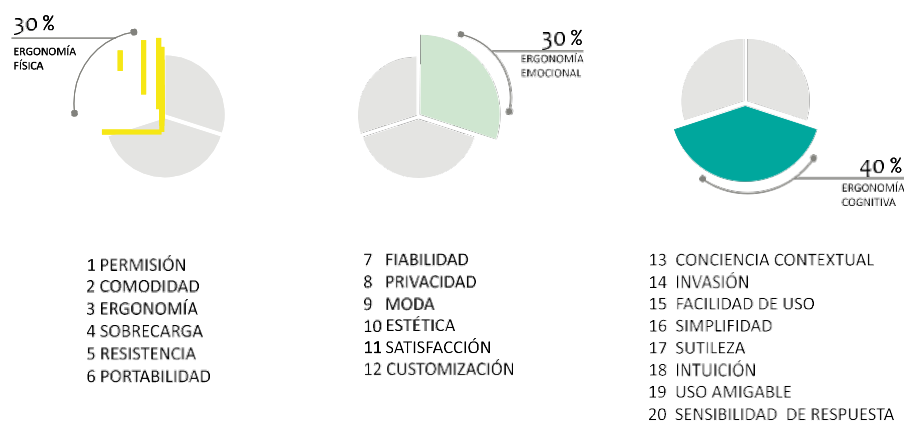


Figura 2. Clasificación de los principios de wearabilidad en función de la ergonomía

3. BACKGROUND TECNOLOGÍA

La revisión de dispositivos wearables se ha realizado en base a artículos científicos que tratan de esta tecnología así como empresas ya consolidadas que han empezado a comercializar este tipo de productos.

3.1. WEARABLES

3.1.1. WEARABLES COMERCIALES

En cuanto a la información disponible en los wearables comerciales (**Tabla 1**) la mayoría de productos incluyen un apartado con las características técnicas (hardware), la ubicación en el cuerpo, y su aplicación principal. En cuanto a la ergonomía física, se especifican algunos parámetros directamente relacionados con la misma, pero no se ha encontrado información acerca de la influencia que tiene la ergonomía cognitiva o emocional en los productos.

Teniendo en cuenta los parámetros de diseño principales para poder llevar a cabo el diseño de un dispositivo wearable, se ha procedido a cuantificar la información disponible en cada uno de ellos.

Tal y como se aprecia, el peso de las tres vertientes de ergonomía tiene una distribución prácticamente homogénea por lo que se justifica la importancia de factores físicos y emocionales para el diseño y desarrollo de cualquier dispositivo.

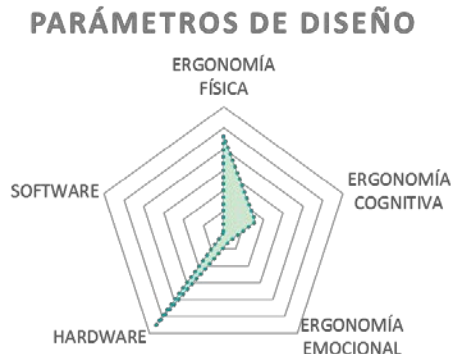


Figura 3 Disponibilidad de información en wearables comerciales

En cuanto a la ubicación en el cuerpo de los dispositivos encontrados, la mayoría de ellos corresponden a productos que se llevan en la mano y un porcentaje elevado han resultado ser wearables para zonas muy específicas del cuerpo, [14].

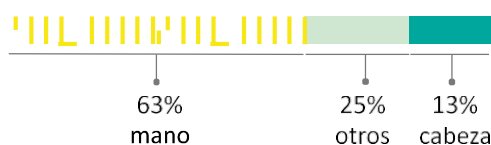


Figura 4 Ubicación en el cuerpo de los wearables comerciales

En cuanto a las aplicaciones encontradas, teniendo en cuenta que el objetivo del estudio se centraba en la búsqueda de dispositivos de aplicación industrial, sólo un tercio de la búsqueda está relacionado con la industria [6], [13], [14], [15]. Para este campo, se han identificado algunas empresas dedicadas exclusivamente a la venta de wearables cuyo objetivo es aumentar la productividad en el ámbito laboral (**Tabla 4**).

En el caso de productos que se comercializan, existen muchos casos de wearables genéricos que sirven, en su gran mayoría, para actividades relacionadas con el ocio y el deporte [7], [8], [9], [10], [11], [12], [14]. Para esta última disciplina, existe una cantidad de productos específicamente diseñada [5], [14], [15].

Así mismo, el porcentaje correspondiente a otras aplicaciones también es elevado lo cual indica que si siguen desarrollando wearables genéricos que desempeñan varias funciones, y así mismo, desvela que, parte de los usuarios, siguen siendo atraídos por este tipo de tecnología independientemente del uso que se le vaya a dar posteriormente.

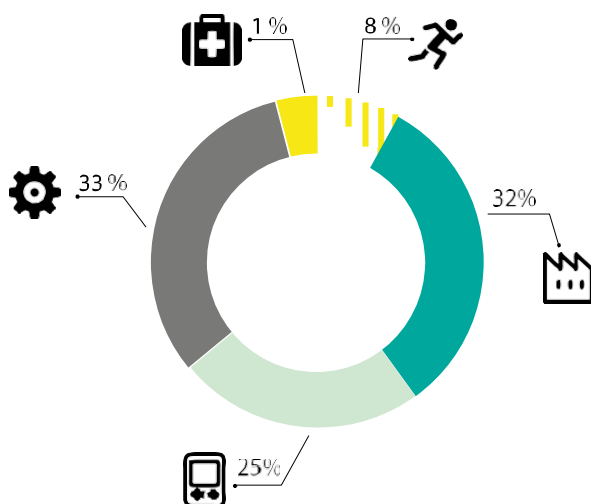


Figura 5 Aplicaciones en wearables comerciales

3.1.2. WEARABLES CIENTÍFICOS

En el caso de la búsqueda de literatura en artículos científicos (**Tabla 2**) la información encontrada sobre el hardware y software ha resultado ser más detallada que en el caso de productos comerciales pero la mayoría de artículos está centrado en el desarrollo de un componente específico y no de todo el conjunto. En la mayoría de los casos, se profundiza en la búsqueda del sensor idóneo para la aplicación: algunos artículos se centran en desarrollar el propio sensor [24], [25], [26], [30], y otros estudios, en cambio, hacen uso de sensores comerciales [17], [18], [21], [22], [23], [27]. Los distribuidores más habituales en los sensores comerciales han resultado ser PCB Electronics [31], InterLink Electronics [32], Peratech LTD [33], y Teksan [34]. Este último caso es muy frecuente debido a las características de los sensores flexibles y a que se comercializan junto al propio software de la empresa, lo cual facilita el procesamiento y análisis de los datos obtenidos.

En referencia a la importancia del factor humano, no se ha encontrado literatura relevante al respecto salvo en los casos de aplicación médica, donde se hace hincapié en la ergonomía física y lo cual traduce en un nivel de vida mejor para el paciente. Sin embargo, no se realiza ninguna mención explícita de la ergonomía cognitiva ni de la emocional.

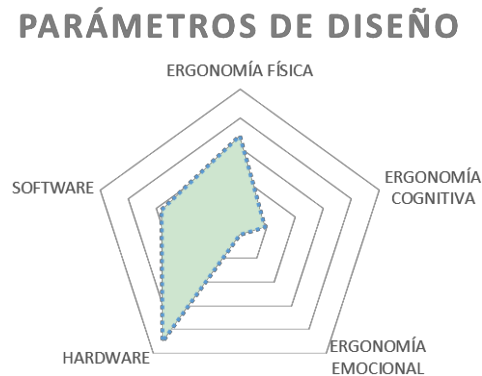


Figura 6 Disponibilidad de información en wearables en vías de investigación

En cuanto a la ubicación en el cuerpo de los dispositivos encontrados, la mayoría de ellos corresponden a productos que se llevan en la mano y en el pie; en este último caso, con objetivo de analizar la pisada [18], [25], [28].

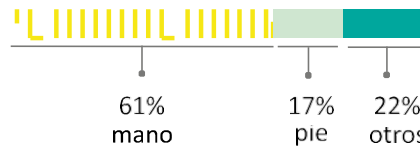


Figura 7 Ubicación en el cuerpo de wearables en vías de investigación

En el caso de los campos de estudio contemplados en wearables científicos, existe un porcentaje elevado dedicado a dispositivos para la medicina. Para el caso de wearables para la industria, se han encontrado varios casos multifuncionales adaptable al entorno industrial [23], [24], [27], [30] y únicamente un caso específico para este campo [29].

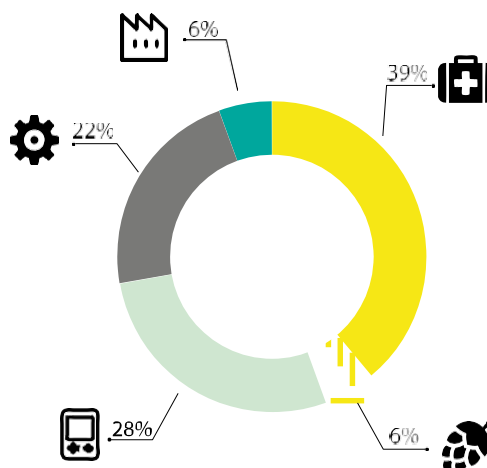


Figura 8 Aplicaciones wearables en vías de investigación

4. CONCLUSIONES

Realizando una comparativa entre wearables científicos y comerciales, se encuentran más ejemplos genéricos y atribuidos al ocio en este último caso. Los productos que salen a la venta han sido, hasta ahora, ejemplos multifuncionales que servían al usuario para desempeñar más de una actividad. Esta novedad ha durado el mismo tiempo que la propia innovación tecnológica del wearable; en los últimos años, las tendencias de innovación se centran más en el factor humano y en las necesidades específicas que estos tienen. Así, un producto polivalente, en muchos casos, difícilmente podrá servir a dos personas con realidades y contextos diferentes. La importancia de observar y entender al usuario para poder satisfacer sus necesidades cobra cada vez más importancia y, por lo tanto, la comprensión de la ergonomía cognitiva y emocional y cubrir así todas las variantes de las diferentes realidades.

Lo mismo sucede con la ubicación en el cuerpo para la que han sido diseñados los dispositivos encontrados; en ambos casos la mayoría de productos son para la mano ya que desempeñamos la mayoría de nuestras actividades con esta parte del cuerpo y estamos acostumbrados a usar otro tipo de dispositivos con ellas (móvil, reloj...). Una vez más la resolución de los casos concretos nos ayudaría a solucionar el problema real.

En general, no se ha encontrado información correspondiente a la ergonomía cognitiva o emocional aunque se ha hablado de su importancia en diversas publicaciones [1], [2],[3],[4] pero no se relaciona con el diseño. Así, toda la literatura correspondiente al factor humano, se ha encontrado de manera aislada pero en ningún caso como parte del proceso de diseño de los dispositivos wearable.

Por lo tanto, no existe ningún procedimiento que contemple la dualidad técnico-humana al mismo tiempo ni el uso lateral de metodologías propias del diseño industrial y de la ingeniería. Esto nos lleva a concluir que haría falta el diseño de un procedimiento cuyas fases incluyeran los parámetros de diseño especificados en el apartado de wearables y analizaran la relación de entre sí.

Tomando como referencia modelos como los de la cebolla [2] se podría hacer un planteamiento análogo considerando estos cinco parámetros como datos de entrada, analizando la conexión y repercusión que tienen entre sí, y haciendo un estudio de la interacción que tienen en el contexto objetivo.

Todo esto nos lleva a marcar las siguientes líneas que ayudarán a cubrir y a acerca el espacio Existente entre tecnología y personas:

- Estudio de los parámetros de diseño (ergonomía física, cognitiva y emocional, hardware, software).
- Análisis de la relación vinculante/ no vinculante
- Contextualización de los parámetros
- Creación de un modelo basado en las interconexiones de parámetros analizados.

5. REFERENCIAS

- [1] Proceedings of the Human factors and Ergonomics Society Annual Meeting
- [2] Methods in Understanding of Human Factors, Evaluation of Human Work, John R. Wilson, Sarah Sharples.
- [3] Study and Analysis of Complex Cognitive Work, Evaluation of Human Work, John R. Wilson, Sarah Sharples.
- [4] H.s. Smith, 2008
- [5] <https://www.tekscan.com/applications/golf-grip-measurement-device-uses-flexiforce>
- [6] <http://www.manufactura.mx/industria/2016/01/06/audi-disena-guantes-anti-estres-para-montaje>
- [7] Human motion signatures: analysis, synthesis, recognition. Vasilescu et al 2002..
- [8] <http://www.new-startups.com/is-the-airmouse-the-future-of-how-you-use-your-mac/>
- [9] <https://news.samsung.com/global/samsung-introduces-its-first-wearable-glove-samsung-fingers>
- [10] <http://www.fujitsu.com/global/about/resources/news/press-releases/2014/0218-01.html>
- [11] <http://www.keyglove.net/>
- [12] <http://www.prweb.com/releases/2014/03/prweb11661093.htm>
- [13] <http://www.proglove.de/>
- [14] <http://www.vandrico.com/>

- [15] <http://www.anthrotronix.com/>
- [16] A Wearable Mobile Sensor Platform to Assist Fruit Grading . *Aroca et al. 2013*
- [17] Flexible Technologies and Smart Clothing for Citizen Medicine, Home Healthcare and Disease Prevention. *Axisa et al.*
- [18] Gait Analysis Methods: An Overview of Wearable and Non-Wearable Systems, Highlighting Clinical Applications. *Muro de la Herran et al. 2014*
- [19] The AcceleGlove: A Whole-Hand Input Device for Virtual Reality. *Hernandez et al. 2002*
- [20] A Survey of Glove-Based Systems and Their Applications .*Dipietro et al. 2008*
- [21] Overview of Progress in Smart- Clothing Project for Health monitoring and Sport Applications. *Borges et al. 2008*
- [22] Utilisation of tactile sensors in ergonomic assessment of hand–handle interface: a review.
Reinvee et al. 2014
- [23] Evaluation of thin, flexible sensors for time-resolved grip force measurement.
Komi et al. 2007
- [24] Using Piezoelectric Materials for Wearable Electronic Textiles. *Edmison et al. 2002*
- [25] A Multi-Stage Human Factors and Comfort Assessment of Instrumented Insoles Designed for Use in a Connected Health Infrastructure. *Harte et al. 2015*
- [26] Wearable Soft Artificial Skin for Hand Motion Detection with. *Chossat et al. 2015*
- [27] Smart wearable systems: Current status and future challenges. *Chan et al. 2012*
- [28] A Real-Time Fall Detection System Using a Wearable Wireless Gait Analysis Sensor and a Support Vector Machine (SVM) Classifie. *Shibuya et al. 2015*
- [29] Wearable Activity Tracking in Car Manufacturing .*Stiefmeier.et al 2008*
- [30] A Low-Cost Data-Glove for Human Computer Interaction Based on Ink-Jet Printed Sensors and ZigBee Networks. *Tongrod et al. 2010*
- [31] PCB Electronics: <http://www.pcbelectronics.net/>
- [32] InterLink Electronics : <http://interlinkelectronics.com/>
- [33] Peratech LTD : <https://www.peratech.com/>
- [34] Tekscan: <https://www.tekscan.com/>
- [35] Zerintia : <http://www.zerintia.com/index-en.html>
- [36] CyberGlove Systems : <http://www.cyberglovesystems.com/>

6. ANEXO

Tabla 1 Listado wearables comerciales

PRODUCTO	EMPRESA	CARACTERÍSTICAS	UBICACIÓN	APLICACIÓN
GOLF TRAINING [5]	TEKSAN	Flexiforce	mano	
AUDI GLOVE [6]	AUDI		mano	
HUMAN MOTION [7]	-	Stretch sense sensors	mano	
AIR MOUSE [8]	DENMARK LTD		mano	
SAMSUNG FINGERS [9]	SAMSUNG		mano	
FUJITSU SMART GLOVE [10]	FUJITSU	Giroscopio, acelerómetro, interface gesto	mano	
KEY GLOVE [11]	TOSHIBA		mano	
SENSOR KIT [12]	-		mano	
PROGLOVE [13]	-		mano	
XSENS MVN [14]	XSENS	Acelerómetro + giroscopio	cuerpo	
BAE Q-SIGHT [14]	BAE SYSTEMS	Display LCD	cabeza	
HTC VIVE [14]	HTC	giroscopio, acelerómetro, display OLED	cabeza	
ZEBRA WT41N0 [14]	ZEBRA	Interface táctil, Display LCD	muñeca y cintura	
TOSHIBA WEARVUE [14]	TOSHIBA	Display DLP	ojos	
GOLDEN I GEN 3.8 [14]	GOLDEN-I		cabeza	
MOTOROLA RS507 [14]	MOTOROLA	indicador LED, transductor electro acústico	dedos	
SMART CAP [14]	EDAN SAFE PTY LTD	GPS,EEG Sensor	cabeza	
I-LIMB ULTRA [14]	TOUCH BIONICS		mano	
PROCOOL I SYSTEM [14]	COOL SHIRT .S	CO2 Canister	torso	
BODY LOCATION [14]	RSLSLEEPER	EMG Sensor, motor	brazo	
PFO SAFETY BRACELET [14]	PFO	GPS	muñeca	
STROKE REHAB. GLOVE [15]	ANTHROTRONIX		mano	
HACS [15]	ANTHROTRONIX		mano	
DROID AGENT [15]	ANTHROTRONIX		mano	

Tabla 2 Listado wearables vías de investigación

PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS	UBICACIÓN	APLICACIÓN
FOOD GRADING GLOVE [16]	FSR	mano	
FLEXIBLE SMART CLOTHES [17]	Flexiforce	general	
GAIT WEARABLE [18]	Flexiforce	pie	
ACCELEGLOVE [19]	sensor capacitivo	mano	
NUGLOVE [20]	Giroscopio + magnetómetro	mano	
5DT DATA GLOVE [20]	Fototransistor	mano	
CYBERGLOVE [20]		mano	
POWERGLOVE[20]	Sensor flexible	mano	
SMART CLOTHING BELT [21]	Sensor flexible Sensor piezoeléctrico	cintura	
ERGONOMIS WEARABLE[22]	Sensor matricial Teksan 4256 Flexiforce A201	mano	
THIN SENSOR WEARABLE [23]	Teksan 9811 Peratech QTC Flexiforce	mano	
PIEZOELECTRIC WEARABLE [24]	Películas piezoeléctricas LDT0-028L and LDT1-028	general	
INSOLE WEARABLE [25]	Sensor poliuretano	pie	
SOFT ARTIFICIAL SKIN [26]	Sensor microcanales de EGaIn	mano	
SMART WEARABLE SYSTEMS	sensores CNT	general	
REAL TIME DETEC. WEARABLE [28]	acelerómetro+ giroscopios	pie	
INDUSTRIAL WEARABLE [29]	Sensor FSR	mano	
LOW COST DATA GLOVE [30]	sensor PSS impreso	mano	

Tabla 3 Leyenda listado wearables

APLICACIÓN	INDUSTRIAL	OCIO	DEPORT	MEDICIN	AGRICULTU
					

Tabla 4 Resumen empresas dedicadas a la venta de wearables

	product	objetivo
ProGlove [13]	guante	↑ eficiencia ↑ productividad
Anthrotonix [15]	tecnología de interfaz	entrenamiento trabajadores
Zerintia [35]	wearables	mejorar procesos
CyberGlove Systems [36]	soluciones captura movimiento	↑ eficiencia

FLIP TEACHING APLICADO EN LA ASIGNATURA DE TECNICAS DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Ismael Lengua Lengua ^{1*}, Guillermo Peris-Fajarnés ¹, Llúcia Monreal
Mengual ², Fernando Buchón Moragues ³

- 1) Departamento Ingeniería Gráfica, Universitat Politècnica de València, Camino de vera s/n, 46022, Valencia, Valencia.
- 2) Departamento Matemáticas, Universitat Politècnica de València, Camino de vera s/n, 46022, Valencia, Valencia.
- 3) Departamento Ingeniería Cartográfica Geodesia y Fotogrametría, Universitat Politècnica de València, Camino de vera s/n, 46022, Valencia, Valencia.

*islenlen@upv.es

RESUMEN

Dentro del Proyecto de Innovación educativa PIME que promueve la Universitat Politècnica de València, se ha desarrollado el proyecto de docencia inversa en la asignatura de técnicas de representación gráfica que se imparte en el primer semestre de primero, que pertenece a la titulación de grado de Ingeniero en Geomática y Topografía. El proyecto consiste en el desarrollo de técnicas de Flip Teaching (docencia inversa) para el aprendizaje de los estudiantes de grado. La implantación de dicha metodología, donde están presentes las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, así como el uso de redes sociales, que permiten el seguimiento de los conocimientos adquiridos por parte del alumno de forma continua. Esta metodología ha producido una mejora del aprendizaje por parte de los alumnos, siendo conscientes ellos mismos de los conocimientos que van adquiriendo durante las sesiones de clase y viendo su evolución de forma continua. Otro de los aspectos que también se evalúa en la signatura es la competencia transversal en innovación de la cual la asignatura es un punto de control.

PALABRAS CLAVE: Docencia, Inversa, Flip, Teaching

1. INTRODUCCION

En la actualidad en la asignatura de Técnicas de Representación Gráfica, está basada en el aprendizaje de las técnicas de representación gráfica partiendo de la representación en dos dimensiones (2D) para representar la realidad en tres dimensiones (3D). Las nuevas tecnologías permiten la representación directa en 3D y es una metodología que ya se está implementando en docencia avanzada y en muchas empresas de Ingeniería Topográfica de alto nivel, permiten un aprendizaje más natural basado en la representación real de los entornos. La utilización de las herramientas tecnológicas que se disponen ya en los departamentos como son los escáners 3D y las impresoras de 3D y softwares de representación, permiten materializar de forma tangible los diseños que realizan los alumnos y que posteriormente utilizaran ya como futuros ingenieros.

Para alcanzar este objetivo se pretende utilizar la metodología “flip teaching” para implicar a los alumnos junto con los docentes en un aprendizaje colaborativo, para alcanzar un mayor nivel de interacción entre el alumnado y una mayor autonomía en la resolución de problemas por parte de los alumnos en las diferentes fases que deben ir desarrollando de modo grupal.

También se pretende integrar las competencias transversales que deben ser desarrolladas en la asignatura, así como medir su el nivel alcanzado por cada alumno en el aprendizaje de las competencias.

2. DESARROLLO

OBJETIVOS

El objetivo del Proyecto es ntegrar la docencia inversa (flip teaching) y las competencias transversales en la asignatura de Técnicas de Representación Gráfica, mediante la realización de material docente audiovisual, por parte de los alumnos con el apoyo de los profesores del departamento de Ingeniería Gráfica, Ingeniería Cartográfica Geodesia y Fotogrametría y Matemática Aplicada involucrados en el proyecto. Se elaborará material audiovisual de alta calidad mediante escaneo y representación de geometría 3D con la finalidad de mejora en la comprensión espacial utilizando las herramientas tecnológicas disponibles en los departamentos implicados, escáner 3D, impresoras 3D, etc...

Los objetivos principales de este proyecto, que están directamente relacionados con la finalidad del mismo, son los siguientes:

1. Conseguir aumentar la implicación de los alumnos en el aprendizaje y la docencia de la asignatura de Técnica de Representación Gráfica, para aumentar su interés y la motivación utilizando la metodología de docencia inversa. El objetivo para el curso 2015-2016 es llevar a cabo la implantación de la docencia inversa en la asignatura.
2. Utilización en la asignatura de las herramientas TIC disponibles como PoliTube, PoliMedia, Pizarra Digital, etc... para que el alumno conozca y utilice las herramientas que pone a su disposición la UPV y la escuela y genere su propio contenido docente.

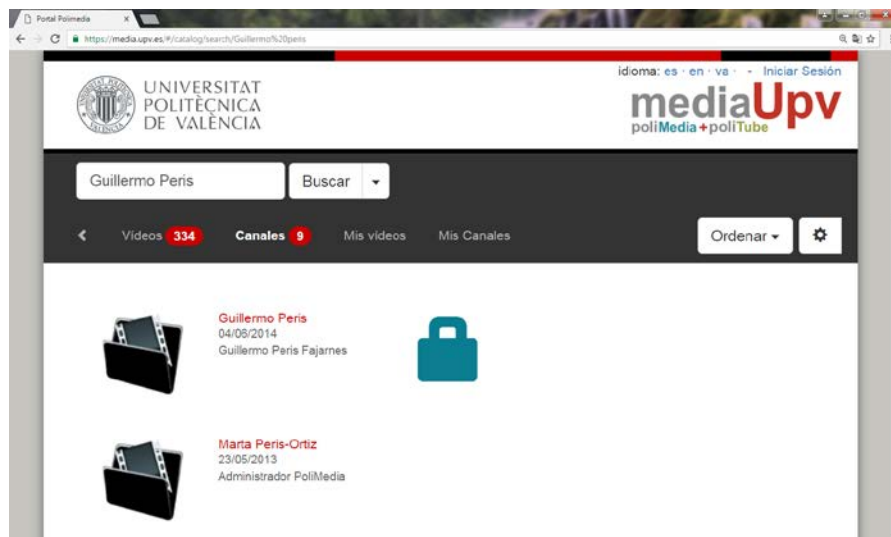


Figura 1. Plataforma PoliMedia en la que los alumnos accede a videos del curso

3. Poner al alcance del alumno para su uso en la asignatura, herramientas de última generación disponibles en los departamentos involucrados en el proyecto, como Escáner 3D, Impresora 3D y software de representación tridimensional que utilizan las Ingenierías Topográficas más avanzadas.
4. Integrar en la asignatura las competencias transversales que los alumnos deben aprender y que se implantaran en el Grado en Ingeniería en Geomática y Topografía el curso académico 2015-2016.

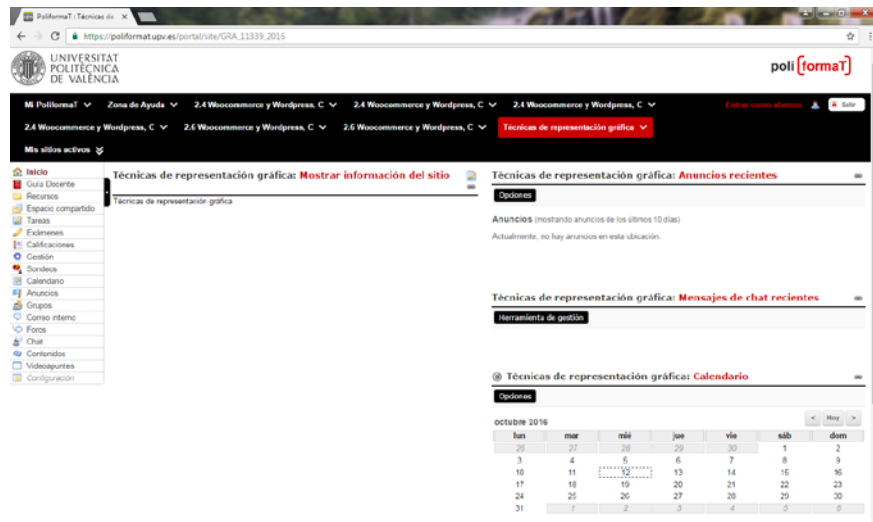


Figura 2. Plataforma Poliformat en la que los alumnos accede a los contenidos del curso

Estos objetivos redundarán en beneficio de la finalidad principal de este proyecto, como es que el estudiante se involucre en su propio aprendizaje como algo natural, en el que participe de forma activa. Todo lo anterior se traducirá en un incremento de motivación de los estudiantes por la asignatura.

Para la implementación de la clase inversa se realice material docente para que los alumnos pudieran verlo antes de acudir a clase para plantear solo dudas del material que ya habían visualizado previamente.

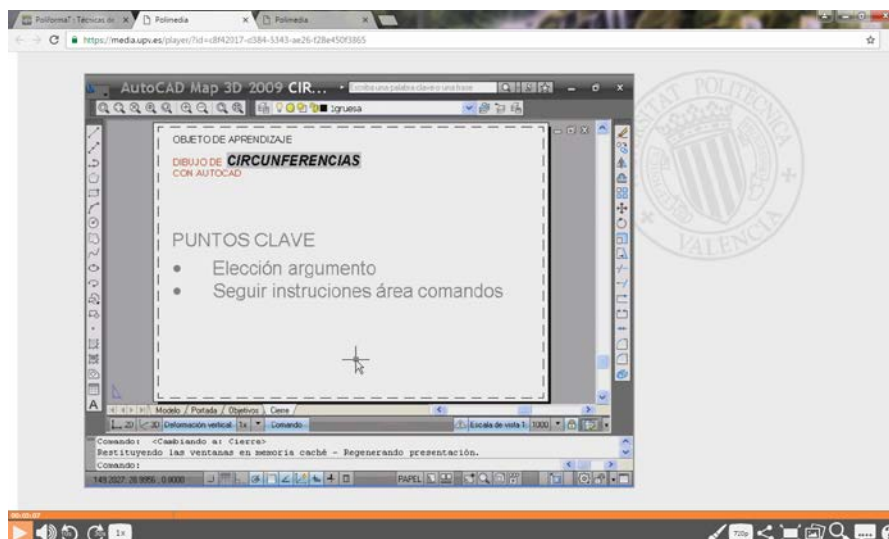


Figura 3. Ejemplo de video apunte para las clases de prácticas



Figura 4. Ejemplo de video apunte para las clases de teoría

3. CONCLUSIONES

Este Proyecto continua en la actualidad en el siguiente curso académico, en el primero tuvo muy buena aceptación por parte de los alumnos pero no llegaron a alcanzarse todos los objetivos planteados inicialmente. Los resultados de las encuestas realizadas por los alumnos en la asignatura tuvieron una de evaluación por encima de ocho sobre diez en todas partes, tanto en la parte de teoría como en las prácticas y la evaluación de los profesores por encima de nueve sobre diez. Todo ello nos lleva a seguir con este proyecto docente que está siendo muy beneficioso para el aprendizaje de los alumnos en la asignatura de técnicas de representación gráfica.

4. AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València por la financiación del PROYECTO DE INNOVACIÓN Y MEJORA EDUCATIVA CURSO 2015-2016 - Integración de la docencia inversa (flip teaching) y competencias transversales en la asignatura de Técnicas de Representación Gráfica -

I JORNADA CIENTÍFICO CREATIVA.

“JÓVENES INVENTORES”

Ignacio López-Forniés¹

1) Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza,
C/María de Luna, 3. Edif. Torres Quevedo, 50018, Zaragoza

ignlopez@unizar.es

RESUMEN

El proyecto “Jóvenes Inventores” es una iniciativa del Gobierno de Aragón y CAREI – Centro Aragonés de Recursos para la Educación Inclusiva en el que los jóvenes alumnos aragoneses, de primaria y secundaria, aprenden a investigar de la mano de importantes científicos. Esta iniciativa se enmarca dentro del “Programa de Desarrollo de Capacidades” que tiene como objetivo ampliar la atención educativa del alumnado que destaca por sus altas capacidades.

Mi participación en el proyecto fue como coordinador de algunas de las sesiones formativas a profesores, desarrollando las fichas para el registro, evaluación y presentación de los proyectos de los alumnos. Además participe como investigador ayudando a varios grupos de alumnos para que sus colegios pudieran participar en la “I Jornada de Creatividad Científica” en la que alumnos de Primaria y Secundaria e investigadores profesionales explicaron los inventos creados conjuntamente durante el curso escolar 2014.

El objetivo del proyecto es llevar el aprendizaje con base científica a las aulas de los más pequeños, apoyándoles y orientándoles en el desarrollo de sus ideas. Una parte del desarrollo de sus propuestas se plasma en la generación de un diseño, su descripción técnica y su principio de funcionamiento, así como una representación del mismo para su presentación.

PALABRAS CLAVE: Jóvenes Inventores, formación científica, apoyo a la investigación, tutorización.

1. INTRODUCCIÓN

El Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón, a través de la Dirección General de Innovación, Equidad y Participación, promueve la participación de los centros sostenidos con fondos públicos en el programa Desarrollo de Capacidades. Dicho programa tiene la finalidad de ampliar y enriquecer la atención educativa del alumnado que destaca por su elevado rendimiento escolar o por su capacidad o talento especial en algún área y competencia del currículo. Cumple con un completo conjunto de objetivos entre los que destaca el de contribuir a la mejora de la respuesta educativa del centro a la totalidad de su alumnado, incorporando aquellas innovaciones que en el terreno metodológico y de buenas prácticas se desarrollen en el marco del programa. En este sentido se diseñaron y desarrollaron actividades complementarias y extraescolares en el ámbito científico técnico, que incorporará objetivos y contenidos correspondientes al desarrollo de la creatividad aplicada a las Ciencias y la Tecnología.

La actividad diseñada pretende que los jóvenes alumnos con altas capacidades se inicien en procesos creativos orientados a la investigación, que hagan sus propuestas, que se vean respaldados por reconocidos investigadores para obtener la satisfacción y el disfrute del asombro, el descubrimiento y la creación.

2. DEFINICIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

El programa de esta actividad de “Jóvenes Inventores” se estructura en 1 formación de los docentes, 2 formación de los alumnos, 3 propuesta de una invención, 4 revisión por parte de un investigador y 5 presentación pública de sus ideas. Mi participación en este proyecto se vincula a la coordinación de las diferentes actividades dentro del equipo seleccionado por CAREI, el diseño de las fichas de invención y la consultoría con los jóvenes inventores.

La actividad se inicia con una formación en creatividad para los profesores de las aulas de altas capacidades, desarrollada en el CAREI, y que tiene como objetivo el familiarizar a los docentes con el proceso creativo, el pensamiento asociativo, las conexiones de conocimientos transversales y tangenciales. En esta actividad participe como docente en el desarrollo de las dinámicas creativas y en el diseño de las fichas de invención, explicando a los docentes el sentido de las mismas y los objetivos que pretenden.

La siguiente actividad se basa en un taller creativo con alumnos, desarrollado por un especialista en ingeniería del conocimiento, Fco. Javier Mateos de la empresa Aleen, en el que los chavales

trabajan generando una serie de ideas, en estas ideas se mezclan conocimientos diversos entre otros la biología, la tecnología y las ciencias básicas.

A continuación, con sus ideas, generan debate en las siguientes sesiones y hacen propuestas más elaboradas en forma de pequeño informe. Estos informes se envían a especialistas de todo tipo, científicos que asesoran a los jóvenes investigadores para que sus ideas crezcan y puedan aproximarse a una realidad factible. Los investigadores son: Kamelia Miteva, Bulgaria, bióloga, actualmente en el proyecto europeo de “Biogames”; Ernst Jan-Mul, Holanda, especialista en biomimética; Ángel Guerra, CSIC Vigo, departamento de Ecología y Biodiversidad Marina Instituto de Investigaciones Marinas, especialista en calamares gigantes; Ana Belén Garcés, CITA Zaragoza, especialista en capsicinas; Ana Benito, CSIC Zaragoza, Carboquímica, especialista en nanotubos y grafenos; Laura de Eugenio. Centro de Investigaciones Biológicas de Madrid, especialista en microbiología y micología; Manuel Toscano Macías. Universidad de Huelva. Geólogo, especialista en cristalografía y mineralogía; Bartolomé Luque Serrano, Universidad Politécnica de Madrid. Físico y Premio Nacional de Ciencia e Ignacio López Forniés, Universidad de Zaragoza, especialista en Diseño de productos.

Una vez que los alumnos han recibido la respuesta del investigador que tienen asignado pueden continuar en la definición de su proyecto y redactando sus fichas de invención. Algunos grupos de alumnos hicieron varias rondas de consultas, motivados por su deseo de llegar a soluciones ingeniosas y alentados por los entusiastas investigadores senior. El diseño de las fichas lo realice de manera análoga a una solicitud de patente, donde los jóvenes investigadores deben ser capaces de sintetizar en un informe sus ideas y novedades, además de describir su invento y representarlo para su total comprensión y posterior presentación.

La fase final del proyecto es la presentación pública de los proyectos que se desarrolla ante un jurado y los medios de comunicación. Los proyectos son evaluados y obtienen un pequeño informe del jurado compuesto por: Miguel García Muro, Director General de Investigación e Innovación del Departamento de Industria e Innovación; Melanie Scott, asesora de innovación de la Dirección General de Política Educativa del Departamento de Educación, Universidad, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón; Pilar Perla, “Tercer Milenio” del Heraldo de Aragón y Rosario Osta, profesora de la Universidad de Zaragoza, Laboratorio de genética bioquímica.

3. RESULTADOS

El resultado más destacable es que los alumnos aragoneses aprenden a investigar de la mano de científicos e investigadores. Es una iniciación muy básica pero es novedosa y hasta ahora no se

había apostado por este tipo de iniciativa. Es un resultado difícilmente medible, pero representa el comienzo de una forma de integrar el pensamiento creativo en la escuela, el aprendizaje basado en proyectos, la colaboración interdisciplinar y la “consulta al experto” como un recurso creativo basado en la pregunta.

Otro resultado es la participación de grupos de alumnos con diferentes niveles formativos, diferentes edades y pertenecientes a diversos cursos, todos trabajando en un mismo proyecto sin importar los conocimientos previos, capaces de interactuar y buscar la información para seguir adelante con su idea o de hacerle una pregunta inteligente al investigador asignado.

Por otra parte está el resultado visible ante la sociedad ya que el Gobierno de Aragón organizó la “I Jornada de Creatividad Científica” en la que alumnos de Primaria y Secundaria han explicado los inventos. En la jornada se presentaron los proyectos de los 17 centros educativos de las tres provincias de la Comunidad Autónoma. La figura 1 es un extracto de una de las ideas presentadas y publicado en la sección Tercer Milenio, Heraldo de Aragón.

LA CHAQUETA-CAMALEÓN «Es una chaqueta que cambia de color según la temperatura que hay en el exterior y sirve para no tener ni calor ni frío. Si te vas de expedición a la Antártida o al desierto del Sáhara, seguirás a la misma temperatura que en el sitio en el que vives. Así no hay que comprarse tantas chaquetas. Para fabricarla, se insertan células pigmentarias del camaleón en la tela», inventaron los chavales del grupo 1. Los del grupo 2, idearon una variante: «Una chaqueta que cambia de color según el estado de ánimo del que la lleva. Se utilizaría en los juzgados, como un polígrafo sin cables, para detectar si es verdad lo que dice el acusado o los testigos. En hospitales psiquiátricos, cada enfermedad se presentaría con una gama de color. La fabricaríamos con un tejido especial, basado en las células pigmentarias del camaleón y que se estira a medida que vas creciendo».

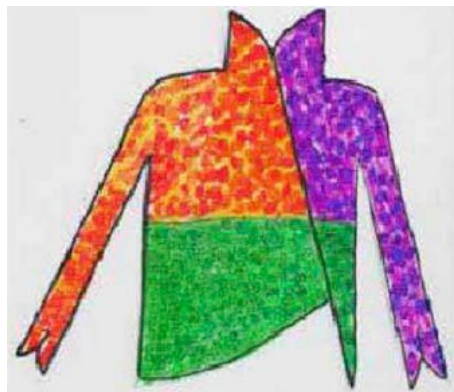


Figura 1: La Chaqueta-Camaleón. Tercer Milenio el 21 de enero de 2014.

Como conclusión, decir que los chavales tienen menos conocimientos, cosa que no limita su imaginación, pero son capaces de asimilar nuevo conocimiento y aplicarlo con originalidad.

4. REFERENCIAS

CAREI. Centro Aragonés de Recursos para la Educación Inclusiva. <http://carei.es/>

Programa I Jornada Científico Creativa. <http://iesrodanas.catedu.es/wp-content/uploads/2014/05/Programa-Jornadas-cient%C3%ADfico-creativas-2.pdf>

Heraldo de Aragón, Tercer Milenio 21 de enero de 2014. http://prensa.unizar.es/noticias/1401/140121_z0_mile2.pdf

LA TECNOLOGÍA BIM EN EL ÁMBITO INDUSTRIAL: UNA EXPERIENCIA DOCENTE

Pedro Ignacio Álvarez Peñín, Rafael Pedro García Díaz, Antonio Bello García.

Dpto. de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo.

Campus Universitario s/n. 33203 Gijón – Asturias

*pialvarez@uniovi.es

RESUMEN

El área de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Oviedo imparte desde hace tres años una asignatura optativa de 6 ECTS (Aplicaciones Industriales del CAD) en todos los grados de ingeniería industrial que se imparten en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. En ella se dedican varias horas a la presentación de la tecnología BIM. Para la realización de las prácticas se emplea Autodesk Revit y se pide a los alumnos (~50 cada año) que realicen un trabajo personal en el que usen este software como punto de partida.

En este trabajo se presentan algunas conclusiones a las que se ha llegado después de tres años de docencia de esta tecnología.

Los autores, además, están tutorando en la actualidad dos PFG en los que se emplea BIM/Revit a alguno de los edificios del Campus de Gijón. El vicerrectorado de infraestructuras nos ha facilitado los planos (más o menos completos) del campus en formato DWG.

Asimismo, se está dirigiendo una tesis con el Colegio de Arquitectos de Asturias en la que se valoran las posibilidades de la tecnología BIM usando los diferentes programas que existen en el mercado.

PALABRAS CLAVE: BIM, Building Information Modelling, Revit.

1. ¿Qué es B.I.M.?

BIM (Modelado con Información para la Construcción) es una metodología que incluye y maneja toda la información de un edificio/estructura/instalación durante su ciclo de vida.

Este nuevo concepto de trabajo colaborativo entre arquitectura, estructura e instalaciones crea una representación digital que tras la fase de diseño arquitectónico y constructivo permite controlar el ciclo de vida del proyecto en un proceso que incluye la gestión de costes y planificación de obra entre otros. Las principales ventajas de este planteamiento son:

- Aumenta la eficiencia y sobre todo la calidad de los edificios.
- Información 5D (Dimensiones físicas x,y,z, Coste y Tiempo) y más...
- Bases de datos, Modelos 3D, Tablas Vivas, Extracción de Datos, Sin Errores, Presentaciones, Animaciones.

2. BIM vs CAD

La tecnología CAD utiliza sólo geometría en 2D o 3D sin diferenciar los elementos. Por el contrario, BIM hace uso de bibliotecas de Objetos Inteligentes y Paramétricos, interpreta la interacción lógica entre los diferentes tipos de objetos y almacena la información vinculada a ellos. Esto permite una actualización automática de todo el proyecto, con el refresco de toda la información contenida en él, así como una importante versatilidad gráfica, lo que facilita la interacción del diseñador/arquitecto/ingeniero con el modelo.

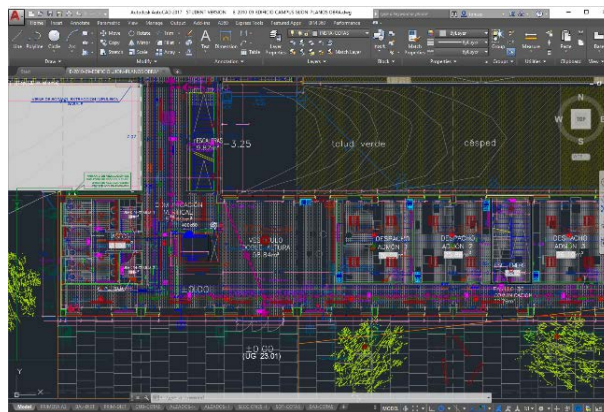


Figura 1. Ejemplo de información 2D en formato CAD (Autodesk AutoCAD 2017)

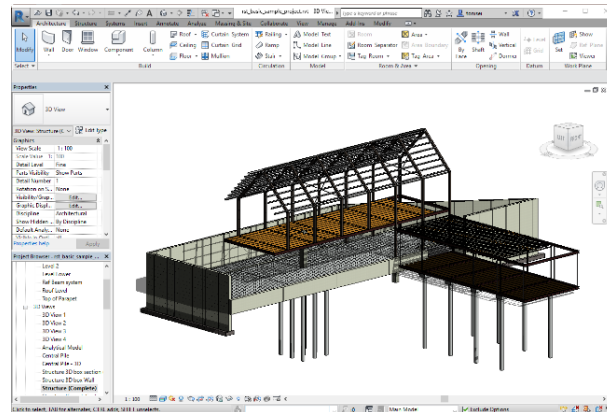


Figura 2. Ejemplo de información 3D contenida en un modelo BIM (Autodesk Revit 2017)

3. Difusión BIM

En España se han creado varias plataformas para la promoción de esta tecnología:

- <http://www.eubim.com/>
- <http://europeanbimsummit.com/>
- <http://www.buildingsmart.es/>
- <http://www.esbim.es/>



Lideradas por el propio Ministerio de Fomento:



4. Software BIM

Los principales desarrolladores de software CAD/CAM/CAE disponen también de productos para la gestión de proyectos mediante la tecnología BIM. Los más importantes son:

- CadSoft Envisioneer
- GraphiSoft ArchiCAD
- Nemetschek Allplan
- Nemetschek Vectorworks
- SoftPlan



- Tekla Structures
- Autodesk Revit



5. Resultados Docentes

Como resultado de esta experiencia podemos concluir diciendo que está resultando satisfactoria y avalada por un alto índice de aceptación entre nuestros alumnos. Por otra parte, el Gobierno de España, mediante el Ministerio de Fomento, prevé que su uso sea exigible en infraestructuras públicas y en edificación para el 2018. Incluso hay países en los que ya está empezando a ser obligatorio. Esto nos anima a seguir en esta línea, ya que en un futuro próximo tanto ingenieros como arquitectos deberán conocer esta metodología para poder ser competitivos.

Como muestra presentamos un par de trabajos realizados durante el desarrollo de la asignatura.

Instalación Eléctrica Nave Industrial

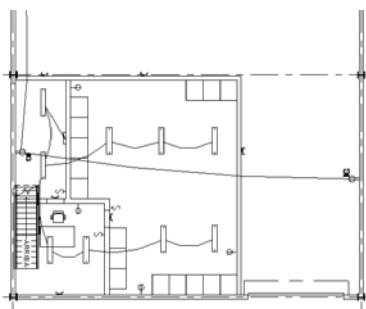
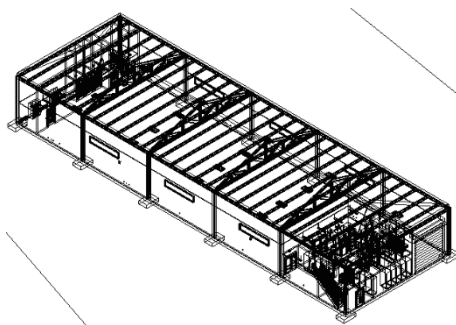
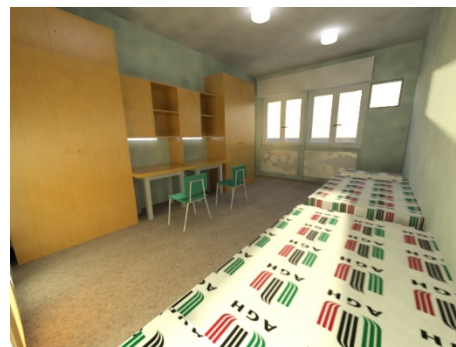
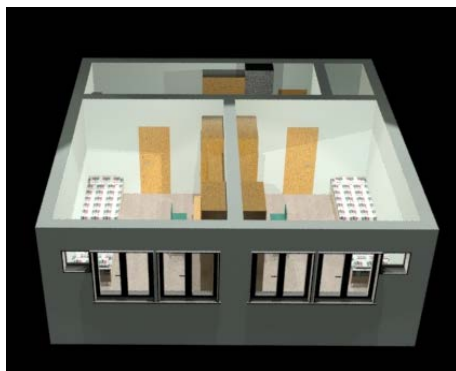


Figura 3. Ejemplo de información contenida en un modelo BIM (Autodesk Revit 2017)

A tall, grey skyscraper with a green section near the top, labeled 'OLIMP'. A small tree is at the base.



79

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEL CITG-UPV: PROCESADO DE IMAGEN Y SONIDO PARA LA AYUDA A PERSONAS CIEGAS

Guillermo Peris-Fajarnés^{1*}, Ismael Lengua¹, Beatriz Defez García¹,
Larisa Dunai¹, Víctor Santiago Praderas¹, Fernando Brusola Simón¹

1) Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas, Universitat Politècnica de València
Camino de Vera s/n - Edificio 8H- 1ª Planta - 46022 Valencia - SPAIN

*gperis@upv.es

RESUMEN

Desde el Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas de la Universitat Politècnica de València se lleva a cabo una línea de investigación centrada en el procesamiento de imagen en tiempo real y su transformación en mapas de sonido para desarrollar dispositivos de ayuda a la movilidad de personas ciegas o con visión reducida. Se utiliza la capacidad natural de las personas relativa a detectar la posición de un objeto cuando éste emite un sonido, por lo que es necesario estudiar, comprender y entrenar el sistema cognitivo humano.

PALABRAS CLAVE: procesamiento de imagen y sonido, ayuda a personas ciegas o con visibilidad reducida

1. INTRODUCCIÓN

La discapacidad visual es un estado de limitación o de menor eficiencia visual, es decir, hace referencia a la carencia, disminución o defectos de la visión de forma que, según el grado de pérdida de la visión, se distinguen 2 colectivos con necesidades y características distintas:

Las personas invidentes o ciegas (con pérdida total de visión).

Y las personas con privación parcial de la vista, o de baja visión (que puede ser grave o moderada).

1.1 Tamaño del mercado

En el mundo existen 284 millones de personas con discapacidad visual de las cuales 246 millones presentan baja visión y 45 millones son invidentes representando casi el 16% del total de personas con discapacidad visual.



Figura 1. La población mundial con discapacidad visual
Fuente: Organización Mundial de la Salud

1.1.1 Necesidades de los usuarios

Los objetivos más importantes en la vida cotidiana de las personas ciegas o con discapacidad visual grave son según los estudios realizados por los organismos, organizaciones o fundaciones de ciegos (Fundación Once y la Royal National Institute of Blind People):

1. Tener un vida independiente y productiva
2. Comunicar
3. Crear una familia
4. Tener una vida social
5. Movilidad
6. Leer
7. etc.

Tabla1. Principales necesidades de las personas con discapacidad visual

Para conseguir estos objetivos, los discapacitados visuales necesitan mucho esfuerzo y ayuda tanto psicológica como física. El problema más importante para conseguir estos objetivos y necesidades es la movilidad.

2. RESULTADOS DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

2.1 PRODUCTOS

La variabilidad de las enfermedades oculares, así como la posibilidad que tienen estos dispositivos de efectuar adaptaciones más individualizadas que a los sistemas ópticos tradicionales, permite ofrecer una gama de productos amplia.

En este sentido, se han definido dos líneas de producto cuyo objetivo es aprovechar el potencial de la tecnología desarrollada para la movilidad.

LÍNEA DE PRODUCTO PARA PERSONAS CIEGAS

Dispositivos para personas que han perdido totalmente la visión:

- Gafas de lectura.
- Gafas de reconocimiento de cara y de objetos.
- Gafas para movilidad y autonomía en espacios abiertos.

LÍNEA DE PRODUCTO PARA PERSONAS CON BAJA VISIÓN

Dispositivos para personas que han perdido parte de la :

- Gafas de lectura (dual cámara).
- Gafas para alteraciones y adecuaciones cromáticas (dual cámara).

2.2 ARTÍCULOS

Los proyectos realizados en el ámbito de la línea de investigación presentada han dado lugar a numerosas publicaciones. Las más destacadas son:

- Dunai, L., Lengua, I., Simón, F. B., & Peris-Fajarnés, G. (2015). Diseño y desarrollo de un dispositivo acústico detector de obstáculos para personas con discapacidad visual. *Interciencia*, 40(12), 854.
- Dunai, L., Lengua, I., Peris-Fajarnés, G., & Brusola, F. (2015). Virtual Sound Localization by Blind People. *Archives of Acoustics*, 40(4), 561-567.
- Lengua, I., Dunai, L., Peris-Fajarnés, G., & Brusola, F. Localización de sonidos en entorno abierto por personas ciegas. *REVISTA DE ACÚSTICA*. 44, pp. 25 - 29. 2013
- Lengua, I., Dunai, L., Peris Fajarnes, G., & Defez, B. (2013). Navigation device for blind people based on time-of-flight technology. *DYNA*, 80(179), 33-41.
- Dunai, L., Peris-Fajarnés, G., Lluna, E., & Defez, B. (2013). Sensory navigation device for blind people. *Journal of Navigation*, 66(03), 349-362.
- Ortigosa, N., Morillas, S., Peris-Fajarnes, G., & Dunai, L. (2012). Fuzzy free path detection based on dense disparity maps obtained from stereo cameras. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 20(02), 245-259.

- Dunai, L., Peris-Fajarnes, G., Lengua, I. L., & Montaña, I. T. (2012). Material sound source localization through headphones. *Acoustical Physics*, 58(5), 610-617.
- Larisa Dunai; Guillermo Peris Fajarnes; Teresa Magal Royo; Beatriz Defez Garcia; et al Virtual Moving Sound Source Localization through Headphones. *Advances in Sound Localization*. 15, pp. 269 - 282. INTECH, 2011.
- Ortigosa, N., Morillas, S., & Peris-Fajarnés, G. (2011). Obstacle-free pathway detection by means of depth maps. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 63(1), 115-129.
- Dunai, L., Fajarnes, G. P., Garcia, B. D., Praderas, V. S., & Dunai, I. (2010). The influence of the inter-click interval on moving sound source localization for navigation systems. *Acoustical Physics*, 56(3), 348-353.
- Dunai, L., Fajarnes, G. P., Garcia, B. D., Araque, N. O., & Simon, F. B. (2009). Perception of the sound source position. *Acoustical Physics*, 55(3), 448-450.

2.3 PREMIOS Y RECONOCIMIENTOS

Así mismo, el centro ha recibido distintos premios y reconocimientos en el campo de la ayuda a discapacitados y emprendimiento:

- Innovation Convention 2011 de la Comisión Europea (Seleccionado como uno de los 45 mejores proyectos de 6º y 7º Programa Marco de la Comisión Europea)
- Premio Fundación Vodafone 2011 a la innovación en las Telecomunicaciones.
- Segundo premio Fundación Caser 2012 en I+D.
- Premio Obra Social la Caixa 2012 CV.
- Segundo Premio categoría Spin Off de Universidad Politécnica de Valencia 2012.
- El proyecto ha sido validado por los usuarios Ciegos, por el Cidat y por la ONCE.

2.4 EQUIPO INVESTIGADOR

Guillermo Peris-Fajarnés

Centro	E. Téc. Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica
Departamento	Dpto. de Ingeniería Gráfica
Categoría	Catedrático/a de Universidad
Investigación	Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas
Cargo	Dtor. Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas
Ingegraf	Socio (Presidente)

Beatriz Defez García

Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Diseño
Departamento	Dpto. de Ingeniería Gráfica
Categoría	Profesor Titular
Investigador	Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas
Ingegraf	Socio (Secretaria)

Larisa Dunai

Centro Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Departamento Dpto. de Ingeniería Gráfica
Categoría Profesora Contratada Doctor
Investigación Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas

Ismael Lengua

Centro Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Diseño
Departamento Dpto. de Ingeniería Gráfica
Categoría Profesor Asociado / Investigador
Investigación Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas
Ingegraf Socio

Víctor Santiago Praderas

Centro E. Téc. Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica
Departamento Dpto. de Ingeniería Gráfica
Categoría Ayudante Doctor
Investigación Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas

Fernando Brusola Simón

Centro Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Diseño
Categoría Catedrático/a de Universidad
Investigación Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas
Cargo Dtor. Dpto. de Ingeniería Gráfica
Ingegraf Socio

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEL GIT-UNIOVI: MODELIZACIÓN EN 3D PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SOSTENIMIENTO DE INTERSECCIONES DE TÚNELES

María Belén Prendes Gero^{1*}, Martina Inmaculada Álvarez Fernández¹,
Celestino González Nicieza¹, Carlos Laín Huerta¹

1) Grupo de Ingeniería del Terreno, Universidad de Oviedo, Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales de Oviedo, Independencia nº 13, 33004, Oviedo, Asturias

*mbprendes@uniovi.es

RESUMEN

Desde el Grupo de Ingeniería del Terreno de la Universidad de Oviedo se lleva a cabo una línea de investigación centrada en la optimización del sostenimiento de la intersección de túneles de carretera y en concreto en la intersección de una galería de emergencia de 42 m de longitud, que une un túnel de doble vía con un pozo de ventilación.

La modelización realizada mediante la aplicación FLAC 3D (Itasca Consulting Group), se realiza en tres fases: modelización de la excavación y el sostenimiento tanto del túnel de doble vía como del pozo de ventilación, modelización del entronque de la galería de emergencia con el túnel de doble vía y modelización de la excavación y sostenimiento del resto de la galería de emergencia teniendo en cuenta su intersección con el pozo de ventilación.

PALABRAS CLAVE: modelización en 3D, optimización del sostenimiento de intersecciones de túneles

1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE ANÁLISIS

La obra a realizar es a una galería de emergencia, de 42 m de longitud, que une un túnel de doble vía con un pozo de ventilación (Figura 1). Tanto el pozo de ventilación como la galería de emergencia se ejecutan en su totalidad en arenisca. Para la modelización, se ha considerado una arenisca homogénea, con RMR comprendido entre 45 y 55, y comportamiento elastoplástico siguiendo el criterio de rotura de Mohr-Coulomb. Además, se ha considerado un recubrimiento ascendente que va de 17 m en la zona de unión de la galería con el pozo de ventilación, hasta los 24 m en la intersección con el túnel. Este recubrimiento gradado se ha simulado aplicando las cargas verticales correspondientes en la parte superior del modelo.

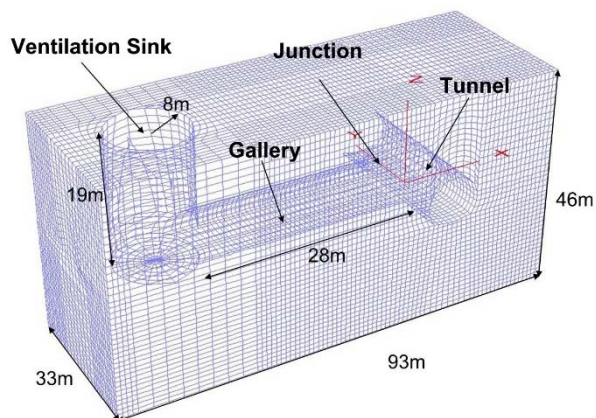


Figura 1. Esquema de la obra a realizar

2. MODELIZACIÓN

La modelización del problema se ha realizado en las tres fases:

FASE 1: Excavación y sostenimiento del túnel de doble vía, así como excavación y sostenimiento del pozo de ventilación (Figura 2a).

El pozo tiene un sostenimiento formado por una pantalla de micropilotes de 0,2 m de diámetro y una longitud de 10 m y espaciados 0,4 m entre ejes, y un recubrimiento de 0,1 m de hormigón proyectado. Por debajo de la zona con micropilotes, el pozo presenta un sostenimiento formado por bulones de 2 m de longitud y 25 mm de diámetro en malla de 1,5 m x 1 m. El sostenimiento del túnel está compuesto por una malla de bulones de 25 mm de diámetro y 4 m de longitud dispuestos en una cuadrícula de 1,5 m x 1 m, así como por 15 cm de hormigón proyectado HM-30

con fibras de acero. Los pernos del túnel y el pozo se modelizan como elementos “cable”, la gunita como elementos “lámina” y los micropilotes del pozo como elementos “pilote”.

Tras colocar el sostenimiento el modelo estabiliza. Como se puede observar, a lo largo de toda la corona del túnel los desplazamientos verticales (Figura 2b) presentan valores negativos (hundimientos) muy bajos, del orden de 3 a 4 mm, mientras que en la solera de la excavación los desplazamientos verticales son prácticamente nulos. Toda la sección excavada del túnel ha sufrido y está sufriendo, a lo largo de esta fase, plastificaciones por esfuerzos cortantes y de tracción, si bien el modelo es estable. La zona plastificada se encuentra restringida al entorno más próximo de la excavación.

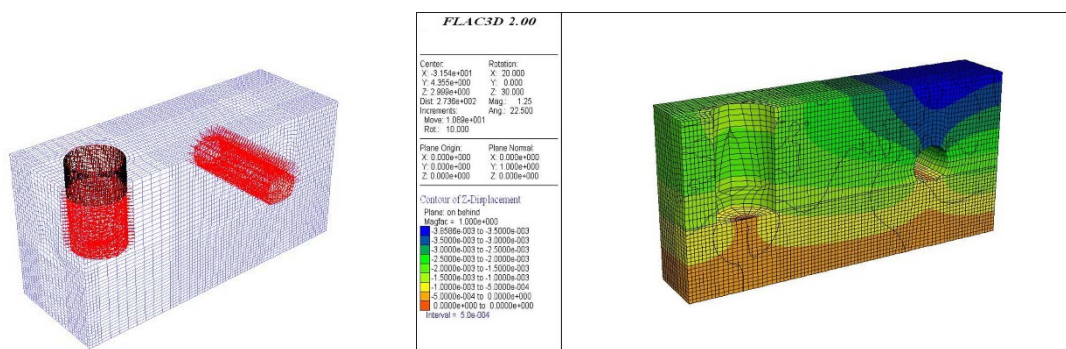


Figura 2. a) Excavación y sostenimiento de túnel y pozo. b) Desplazamientos verticales

FASE 2: Presostenimiento con paraguas de micropilotes en techo y excavación del entronque galería-túnel (diez primeros metros de galería de emergencia) (Figura 3a).

Esta zona, además de contar con el sostenimiento propio del túnel, se refuerza con paraguas de micropilotes de 150 mm de diámetro, 375 mm de separación entre ejes y 14 m de longitud para proteger la zona de conexión de ambas estructuras. El paraguas de micropilotes se simula mediante elementos tipo “pilote” con una geometría plana, más desfavorable que si adoptase una forma en arco en torno a la sección.

A lo largo de la corona del túnel existen hundimientos de poco más de 4 mm, es decir, el incremento de desplazamiento en esta zona con respecto a la fase anterior es de apenas 0,5 mm, lo que implica que la excavación es estable (Figura 3b). En la zona de la corona del entronque propiamente dicho y de los primeros 10 m de galería, los hundimientos son similares e incluso menores, de entre 3 y 3,5 mm. Todo el entorno de la excavación experimenta un proceso de plastificación por la acción de esfuerzos cortantes y de tracción, pero únicamente algunas zonas del frente y los hastiales lo siguen experimentando en esta etapa de cálculo.

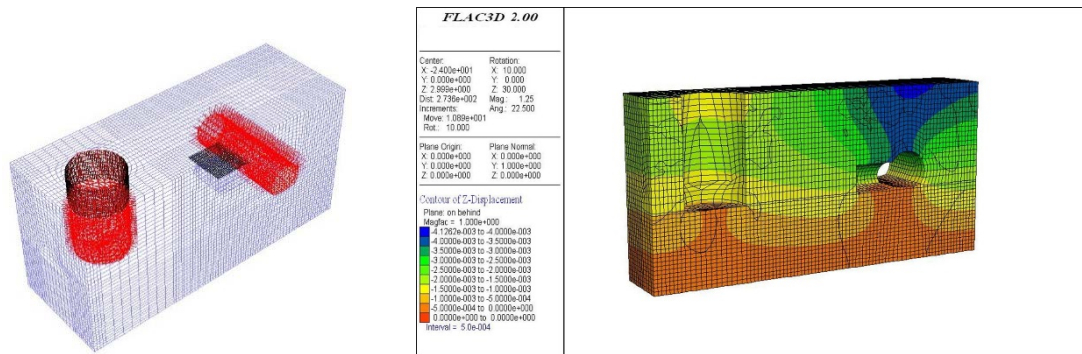


Figura 3. a) Paraguas de micropilotes y excavación entronque. b) Desplazamientos verticales

FASE 3: Excavación y sostenimiento de la galería con gunita y pernos (Figura 4a).

El sostenimiento de esta galería es similar al del túnel, a excepción de los pernos, que presentan una longitud de 2,5 m en vez de 4 m.

Los desplazamientos verticales negativos (hundimientos) presentan su mayor desarrollo, con valores de hasta 4,3 mm, en la corona de la zona central del túnel ozona que coincide con el entronque de la galería. Estos desplazamientos son máximos por ser la zona que mayor influencia tiene de la excavación anexa (galería de emergencia) y que mayor recubrimiento soporta. El estado plástico en esta fase es muy similar al de fases anteriores, observándose en todo el entorno de la excavación plastificaciones por esfuerzos cortantes y de tracción.

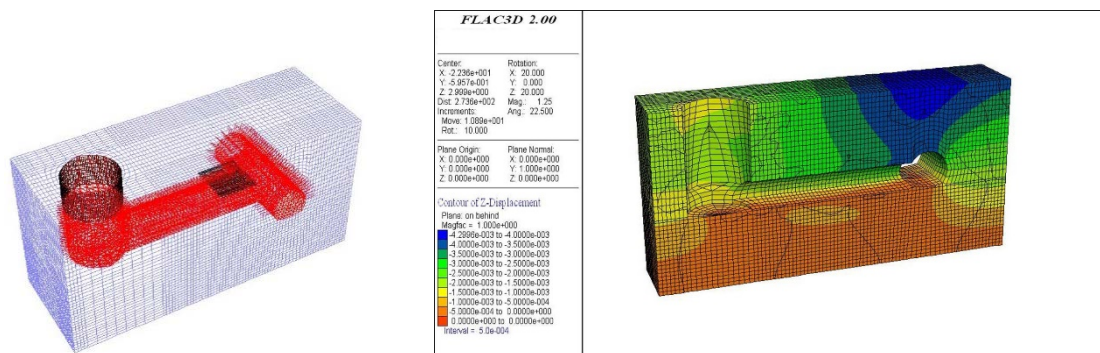


Figura 4. a) Sostenimiento de galería de emergencia. b) Desplazamientos verticales

3. CONCLUSIONES

1. La interacción entre la galería de emergencia y el túnel no presenta problemas tenso-deformacionales
2. Constructivamente se recomienda que tanto el entronque con el túnel como con el pozo se realicen bajo la protección de un paraguas de micropilotes.

3. Las tensiones que soporta la gunita en cada fase de excavación son inferiores a su límite de resistencia (30 MPa).

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO EGICAD (UC): EVALUACIÓN DE IMPACTO VISUAL

Cristina Manchado^{1*}, Valentín Gómez-Jáuregui¹, César Otero¹

1) Grupo de Investigación EgiCAD, Universidad de Cantabria. Avda. Los Castros s/n
– 39005 Santander, Cantabria - España

*cristina.manchado@unican.es

RESUMEN

La línea de investigación en Evaluación de Impacto Visual desarrollada por el grupo de investigación EgiCAD (Expresión Gráfica en la Ingeniería – CAD) de la Universidad de Cantabria se centra en la valoración de los efectos que una infraestructura civil puede causar sobre un territorio desde el punto de vista visual y paisajístico.

La evaluación técnica de cómo dicha instalación puede afectar al recurso visual de un área determinada es un proceso complejo que requiere medir, cuantificar y representar el gasto de ese recurso. Dicho proceso puede ser sistematizado y ejecutado durante la fase de diseño, permitiendo calcular, de forma previa a la construcción, el consumo de ese recurso visual de modo fiable y eficiente, e integrando el paisaje como un elemento más a tener en cuenta de forma previa a la tramitación administrativa y eventual aprobación del proyecto. La metodología y las aplicaciones creadas para llevarla a cabo se han aplicado a varios proyectos de investigación y han sido transferidas a la empresa.

PALABRAS CLAVE: Evaluación de impacto visual, VIA

1. DESCRIPCIÓN

La instalación de infraestructuras de cualquier tipo (carreteras, polígonos industriales, urbanizaciones, parques eólicos, etc.) genera cambios en el carácter del paisaje en donde se ubican. Conocer estos cambios y los efectos visuales que se van a producir de forma previa a

su construcción permite introducir el factor visual como un elemento más durante la fase de diseño. En este sentido, se ha desarrollado una metodología que permite realizar estos cálculos de forma sistemática, asistida mediante un software basado en computación en la nube, para calcular un conjunto de indicadores cuantitativos del gasto que se produce en el recurso paisajístico. Ésto permite no sólo evaluar un proyecto de forma aislada, sino comparar diversas propuestas, lo que permite optimizar la ubicación elegida. Estas prestaciones son de gran ayuda en la toma de decisiones.

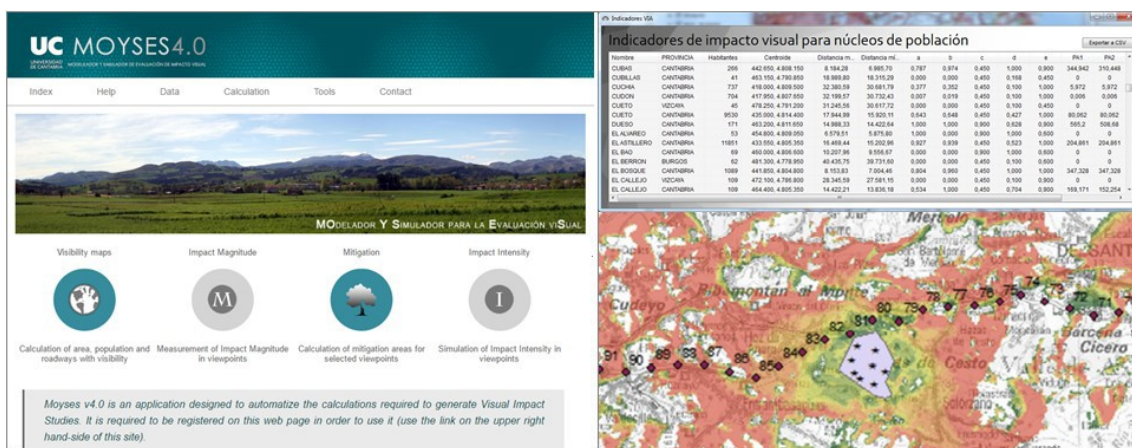


Figura 1: Versión actual del software Moyses. Arriba a la derecha, muestra de un conjunto de indicadores de visibilidad. Abajo a la derecha, mapa de visibilidad.

2. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADOS

- Denominación del proyecto: Evaluación de Impacto Visual de los parques eólicos Muxía I y Muxía II.
Entidad financiadora: EDP Renováveis
Resultados más relevantes: Estudio de impacto visual para realizar la comparación cuantitativa de los efectos visuales causados por distintas hipótesis de parque eólico.
- Denominación del proyecto: Asesoramiento Técnico y licencia de la tecnología MOYSES v3.0 en la Evaluación del Impacto Visual durante la fase de desarrollo de los parques eólicos de E.ON Renovables en Cantabria.
Entidad financiadora: E.ON Renovables.
Resultados más relevantes: Transferencia de la patente de mitigación de impacto visual. Metodología de Evaluación de Impacto Visual asistida por ordenador (mediante el acuerdo de licencia de uso de la aplicación Moyses v3.0). Licencia de uso del simulador CANTAVIA v1.0
- Denominación del proyecto: Diseminación y Difusión del Proyecto de Estrategia Ambiental para el aprovechamiento de la energía eólica en Cantabria
Entidad financiadora: Alegría Activity S.L.
Resultados más relevantes: Difusión de los proyectos eólicos por todo Cantabria
<http://193.144.189.246/eolicos/>
- Denominación del proyecto: Estrategia ambiental para el aprovechamiento de la energía eólica en Cantabria.

Entidad financiadora: Genercan. Gobierno de Cantabria.

Resultados más relevantes: Definición de las zonas potencialmente aptas para el desarrollo eólico en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Metodología de estimación de Impacto Visual.

- Denominación del proyecto: Moyses v3.0 (MOdelizador Y Simulador para la Evaluación de impacto viSual).

Entidad financiadora: Ministerio de Fomento

Nombre del programa: Plan Nacional de I+D 2005 - 2008

Resultados más relevantes: Aplicación registrada Moyses v3.0.

<http://193.144.189.246/moyeses/>

3. RESULTADOS DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Los proyectos realizados en el ámbito de la línea de investigación presentada han dado lugar a aplicaciones informáticas, patentes, y numerosas publicaciones. Se presentan en esta sección los resultados más destacados.

3.1. SOFTWARE

- MOYSES v4.0. Aplicación en la nube creada para automatizar la fase de cálculos requeridos en la generación de Estudios de Impacto Visual: cómputo de superficie visible, elementos afectados, indicadores de impacto, cálculo de zonas de mitigación y cálculo de zonas de sombra.
- CANTAVIA v1.0. Cantabrian Visual Impact Assessment. Modelo en realidad virtual generado mediante plataforma Geoshow para la representación de los efectos visuales producidos por la implantación de parques eólicos en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

3.2. PATENTES

- Método de mitigación de impacto visual. Nº ES2353103B2 (2011): Método para mitigar el impacto visual de una obra de infraestructura, capaz de calcular automáticamente la ubicación de una barrera visual que permita atenuar o eliminar el efecto visual causado.

3.3. ARTÍCULOS

- Manchado C., Gomez-Jauregui V., Otero C. (2015) A review on the Spanish Method of visual impact assessment of wind farms: SPM2. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 756 – 767.
- Manchado C., Gómez-Jáuregui V., Manero G., Carrasco C., Otero C. (2015). Teaching visual impact assessment at a master level. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(5), 703 – 714.
- Manchado C., Otero C., Gómez-Jáuregui V., Arias R., Bruschi V., Cendrero A. (2013). Visibility analysis and visibility software for the optimisation of wind farm design. *Renewable Energy* 60, 388 – 401.
- Manchado C., Gómez-Jáuregui V., Otero C. (2013). Moyses v4. 0 (modeller and simulator for visual impact assessment). *International Congress in Energy and Environment Engineering and Management*.

- Otero C., Manchado C., Arias R., Bruschi V., Gómez-Jáuregui V., Cendrero A. Wind energy development in Cantabria, Spain. Methodological approach, environmental, technological and social issues. *Renewable Energy*, 40(1), 137 – 149.
- Otero C., Cendrero A., Bruschi V., Togores R., Manchado C., Arias R. (2007). Moyses (MODeller and Simulator for ViSual Impact AssESsment) V. 3.0. *Computing in Civil Engineering*, 486 – 493.
- Otero C., Manchado C., Arias R. (2007) CAVIA: Computer Aided Visual Impact Assessment. *International Journal of Computer Information System and Industrial Management Applications (IJCISIM)*. CGGM 2007
- Otero C., Bruschi V., Cendrero A., Gálvez A., Lázaro M., Togores R. (2004). An application of Computer Graphics for Landscape Impact Assessment. *Computational Science and its applications – ICCSA. Lecture notes in Computer Science*, 3044, 779 – 788.

3.4. TESIS DOCTORALES

- Piedad Eliana Lizcano (en proceso). Análisis de Impacto Visual de Parques Eólicos Off-shore en Cantabria.
- Cristina Manchado (2015). Análisis de Criterios de Visibilidad e Impacto Visual. Metodología de uso en proyectos de infraestructuras.

3.5. PREMIOS Y RECONOCIMIENTOS

- Segundo premios EDPR University Challenge 2015. Concurso anual organizado por EDP Renováveis cuyo objetivo es el desarrollo de un proyecto en áreas relacionadas con su actividad.

3.6. EQUIPO INVESTIGADOR

César Otero González

Centro	E. Tec. Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Departamento	Dpto. de Ingeniería Geográfica y Técnicas de Expresión Gráfica
Categoría	Profesor Titular de Universidad
Cargo	Investigador principal
Ingegraf	Socio

Cristina Manchado del Val

Centro	E. Tec. Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Departamento	Dpto. de Ingeniería Geográfica y Técnicas de Expresión Gráfica
Categoría	Profesor Ayudante Doctor
Ingegraf	Socio

Valentín Gómez Jáuregui

Centro	E. Tec. Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Departamento	Dpto. de Ingeniería Geográfica y Técnicas de Expresión Gráfica
Categoría	Profesor Ayudante Doctor
Investigación	Grupo de Investigación EgiCAD (Expresión Gráfica en la Ingeniería-CAD)
Ingegraf	Socio

METODOLOGÍA APRENDIZAJE SERVICIO APLICADA A UN TRABAJO FIN DE GRADO EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Víctor Figuerola Esteban; Anna Biedermann; Ana Serrano Tierz

y José Luis Santolaya Sáenz.

1) Departamento de Ingeniería de Diseño Fabricación,
Universidad de Zaragoza, Calle María de luna, Nº3, 50.018, Zaragoza

*anna@unizar.es

RESUMEN

El Aprendizaje-Servicio permite desarrollar competencias curriculares y profesionales del estudiante a través de un servicio a la comunidad. En este tipo de iniciativas, las partes implicadas en el proceso obtienen un beneficio mutuo. El trabajo que se presenta ha aplicado la propuesta pedagógica Aprendizaje Servicio para que a través de un Trabajo Fin de Grado desarrollado en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la Universidad de Zaragoza, se proporcione a la Escuela de Ingeniería y Arquitectura EINA, un sistema señalético efectivo que actúe como guía e indique la organización espacial orientando a los usuarios cuando transiten por este espacio. Este tipo de propuesta metodológica ha resultado motivadora, positiva y enriquecedora para el estudiante proporcionado una orientación clara en las instalaciones de EINA, al reducir a la mitad el tiempo invertido en la localización de espacios.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje Servicio, Trabajo Fin de Grado, Desarrollo de Competencias.

1. INTRODUCCIÓN

Un método de aprendizaje que resulta de utilidad (Bertomeu, González y Latorre, 2013) y que actualmente se emplea para el desarrollo de competencias en el ámbito de la Educación Superior (Tapia, 2006) es el Aprendizaje-Servicio (Domínguez, Domínguez, Sáez, y Amundarain, 2015). Este tipo de propuesta pedagógica permite desarrollar competencias curriculares y profesionales del

estudiante a través de un servicio a la comunidad (Amat, y Miravet, 2010). La iniciativa Aprendizaje-Servicio se puede incluir en la línea de experiencias de economía colaborativa (Ballesteros, 2015) como son los bancos de tiempo (Recio, Méndez y Altés, 2009) e intercambio de servicios, en el que las partes implicadas en el proceso obtienen un beneficio mutuo win-win (Xia, Caulfield y Ferns, 2015).

La propuesta pedagógica del Aprendizaje Servicio Universitario que se presenta en este trabajo permite integrar un aprendizaje basado en una necesidad real, a través del servicio a la comunidad EINA. Desde esta perspectiva se plantea la iniciativa llevada a cabo en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto GIDIDP, de la Universidad de Zaragoza.

La estructura que presenta este trabajo es la siguiente. En el apartado de metodología se describen los objetivos y el contexto en el que se desarrollan la experiencia, pasos para su implementación y herramientas utilizadas para su evaluación. A continuación, se presentan los resultados de las pruebas de usuario llevadas a cabo por el estudiante para validar el sistema señalético diseñado. Por último, se presentan las conclusiones más importantes que se han extraído de la experiencia.

2. METODOLOGÍA

La metodología de trabajo llevada a cabo en el Proyecto se enmarca en el contexto de un Trabajo Fin de Grado que ha sido desarrollado a lo largo de 7 meses en el GIDIDP.

Sus fases han sido las siguientes:

- . Análisis de la situación actual.
- . Detección de necesidades teniendo en cuenta el punto 4 (debilidades) del Plan Estratégico EINA 2014-2017: “Falta de identificación física y de una señalización que distinga claramente el recinto universitario y sus centros/edificios, así como el resto de instituciones integradas en el Campus de EINA”.
- . Desarrollo de propuestas de mejora supervisadas por profesores y Equipo Directivo EINA.
- . Elaboración del manual de señalética, creación de planos y modelos tridimensionales.
- . Aplicación del manual al entorno físico mediante programas de renderizado.
- . Pruebas de usuario. Testeo final y evaluación.

3. RESULTADOS

A través de los análisis realizados fue posible desarrollar las aplicaciones individuales tipo, de los elementos de señalética y comprobar su presencia a través de renders que les sitúan en su contexto (Fig 1).



Figura 1. Renders - Señalética en su contexto exterior e interior.

Para realizar una evaluación sobre el cumplimiento de los objetivos planteados y con el objetivo de localizar problemas no detectados durante las fases de desarrollo, se realizaron pruebas de usuarios con diferentes escenarios, situaciones y puntos de partida.

	Tiempo	
	Señalética Actual	Nueva Señalética
Escenario 1	27 min	8,8 min
Escenario 2	22,5 min	14,2 min
Escenario 3	16,5 min	6 min
Escenario 4	12 min	8,5 min

Figura 2. Comparativa de tiempo de prueba de usuarios con la señalética actual y la nueva.

Tras realizar las pruebas, se pueden comparar los tiempos de recorrido en cada escenario, que verifican la consecución de los objetivos del proyecto (Fig 2).

4. CONCLUSIONES

El Aprendizaje Servicio, como método pedagógico, permite desarrollar competencias en el estudiante al tiempo que cumple con el servicio a una comunidad.

El trabajo presentado muestra como discente y centro educativo obtienen un beneficio mutuo. Además la propuesta metodológica ha resultado motivadora, positiva y enriquecedora para el estudiante mostrando una actitud comprometida del ingeniero con su comunidad.

Por otro lado, el proyecto señalético ha proporcionado una orientación clara en las instalaciones de EINA, reduciendo a la mitad el tiempo invertido en la localización de espacios, al tiempo que se ha conseguido reforzar de la identidad corporativa del Centro, dando como resultado un sistema transferible al resto de instalaciones de la Universidad.

5. REFERENCIAS

- Amat, A. F., y Miravet, L. M. (2010). El Aprendizaje Servicio en la Universidad: una estrategia en la formación de ciudadanía crítica. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 13(4), 69-78.
- Ballesteros Martínez, N. (2015). Estudio del consumo colaborativo en España. Aplicación práctica a través de la puesta en marcha de un plan de empresa en el sector de la enseñanza. <http://hdl.handle.net/10251/59715>.
- Bertomeu, P. F., González, E. L., y Latorre, G. P. (2013). Aprendizaje y servicio: estudio del grado de satisfacción de estudiantes universitarios. *Revista de educación*, (362), 159-185.
- Domínguez, B. M., Domínguez, I. M., Sáez, I. A., y Amundarain, M. G. (2015). El aprendizaje-servicio, una oportunidad para avanzar en la innovación educativa dentro de la Universidad del País Vasco. *Tendencias pedagógicas*, (21).
- Recio, C., Méndez, E., & Altés, J. (2009). Los bancos de tiempo. Experiencias de intercambio no monetario. Ed. Graó.
- Tapia, M. N. N. T. (2006). Aprendizaje y servicio solidario: en el sistema educativo y las organizaciones juveniles (No. 37.035. 2). Ciudad Nueva.
- Xia, J., Caulfield, C., & Ferns, S. (2015). Work-integrated learning: linking research and teaching for a win-win situation. *Studies in Higher Education*, 40(9), 1560-1572.

METODOLOGÍA NUMÉRICA DE SIMULACIÓN PARA EL DISEÑO DE POSTES DE SEGURIDAD

C. Javier Ortún^{1*}, Ramón Miralbés², David Ranz².

1) Área de Métodos Continuos y Estructurales. Universidad de Zaragoza, C:/María de Luna s/n, 50018, Zaragoza, Zaragoza

2) Departamento de Diseño y Fabricación. Universidad de Zaragoza, C:/María de Luna s/n, 50018, Zaragoza, Zaragoza.

*javier.ortun@yahoo.es

RESUMEN

Los accidentes automovilísticos generan alrededor de 1.2 millones de muertes cada año en todo el mundo y se predice que pueda convertirse en la quinta causa de muerte en 2030 (OMS, 2009). Conocer mejor los mecanismos de lesión y la eficacia de los sistemas de mitigación de lesiones es importante para el diseño de estructuras de soporte en carretera más seguras. (N. Yoganandan et al., 2007).

El objeto de este trabajo es doble. Por un lado desarrollar una metodología numérica para simular el impacto de vehículos contra postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), que sea capaz de dar un alto grado de verosimilitud respecto a los resultados de ensayos experimentales (Helsinki University of Technology, 2009); y reducir con ello el alto coste económico que supone realizar ensayos reales.

Por otro lado, diseñar, definir, simular y validar el mecanismo de alta absorción de energía de los postes HE (JEROL Industri AB, 2009a). Utilizando para ello las técnicas numéricas previamente validadas.

El resultado del trabajo es el desarrollo de la metodología de correlación de ensayos numéricos y validación experimental tanto de los postes de absorción variable de energía como de los postes de alta absorción.

PALABRAS CLAVE: Método de los elementos finitos // Impacto de vehículos // Seguridad pasiva // Estructura de soporte de carretera // Señal // Material compuesto // Índices biomecánicos

1. INTRODUCCIÓN

Según el informe de “Defunciones según la causa de muerte” elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2015), la séptima causa de muerte más común en España es la muerte por causas externas, que representa el 3,8% de las defunciones. Los accidentes de tráfico durante el 2013 fueron la quinta causa de estas causas externas. Sin embargo en el 2007 era la primera.

Algunos de los mecanismos que han implementado los gobiernos para reducir el número de muertos en las carreteras, son medidas de seguridad pasiva en elementos de la vía, como los postes de seguridad pasiva que han sido estudio de este trabajo.

Existen dos tipos de postes de seguridad pasiva fabricados en material compuesto por poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Los postes de absorción variable que en función de la absorción de energía durante el impacto con vehículos se clasifican en HE (alta absorción de energía) para velocidades en torno a los 35 km/h y LE (baja absorción de energía) para velocidades de 70 km/h. Y los postes de alta absorción de energía que tienen categoría HE hasta velocidades superiores a los 70 km/h.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. NORMATIVA APLICABLE

La norma UNE 12767 (AENOR, 2009) especifica los requisitos de comportamiento y define niveles en términos de seguridad pasiva de las estructuras de soporte permanentes del equipamiento de la carretera, mediante el impacto de un vehículo contra ellas. En esta prueba, sobre una superficie sin inclinación, se hace impactar un vehículo de tipo turístico contra la estructura a las velocidades de 35km/h, 70 km/h y 100km/h. Registrando mediante un acelerómetro en el centro de gravedad del vehículo de acuerdo con la Norma ISO 6487 las aceleraciones triaxiales del vehículo.

Los resultados obtenidos se utilizan para calcular las categorías de absorción de energía y los índices biomecánicos ASI (Acceleration Severity Index) y THIV (Theoretical Head Impact Velocity)

$$ASI = \max \left[\left[(\overline{A_x}/12)^2 + (\overline{A_y}/9)^2 + (\overline{A_z}/10)^2 \right]^{0,5} \right] \quad THIV = \left[V_x^2(T) + V_y^2(T) \right]^{0,5}$$

Ecuación 1. Cálculo del ASI.

Ecuación 2. Cálculo del THIV.

2.2. ENTORNO DE SIMULACIÓN

La metodología numérica se ha descrito en el software comercial de impacto con vehículos LS-Dyna donde se ha hecho chocar el vehículo Geo Metro, modelo reducido (16,100 elementos) desarrollado por el Centro Nacional de Análisis de bloqueos (NCAC), de la Universidad George Washington, con la estructura de soporte de carretera modelada.

Se ha validado la metodología para varios modelos de estructuras de señalización, todas ellas formadas por el poste de poliéster reforzado con fibra de vidrio, la base de hormigón prefabricada RBJ-8, y la envolvente de tierra. Los postes de alta absorción incorporaban además una eslinga pretensada de poliéster.

2.3. MATERIALES

Los modelos de comportamiento de los materiales empleados han sido modelo elástico lineal para la base de hormigón (Kokkobe et al., 2010) y la eslinga de poliéster, modelo de espuma para la tierra (Elmarakbi, A., Sennah, K., Samaan, M., and Siriya, 2006) y modelo anisótropo laminado para el poste (JEROL Industri AB, 2009b) con criterio de fallo de Tsai-Wu a partir de los límites a tracción en ambas direcciones y el esfuerzo cortante (Kolakowski, 2003).

3. RESULTADOS

Con la metodología de cálculo propuesta es posible no solo obtener una secuencia de imágenes bastante precisa del comportamiento del poste, sino también un alto grado de correlación entre los índices ASI, THIV y las velocidades de salida del vehículo respecto a los resultados obtenidos experimentalmente (Helsinki University of Technology, 2009).

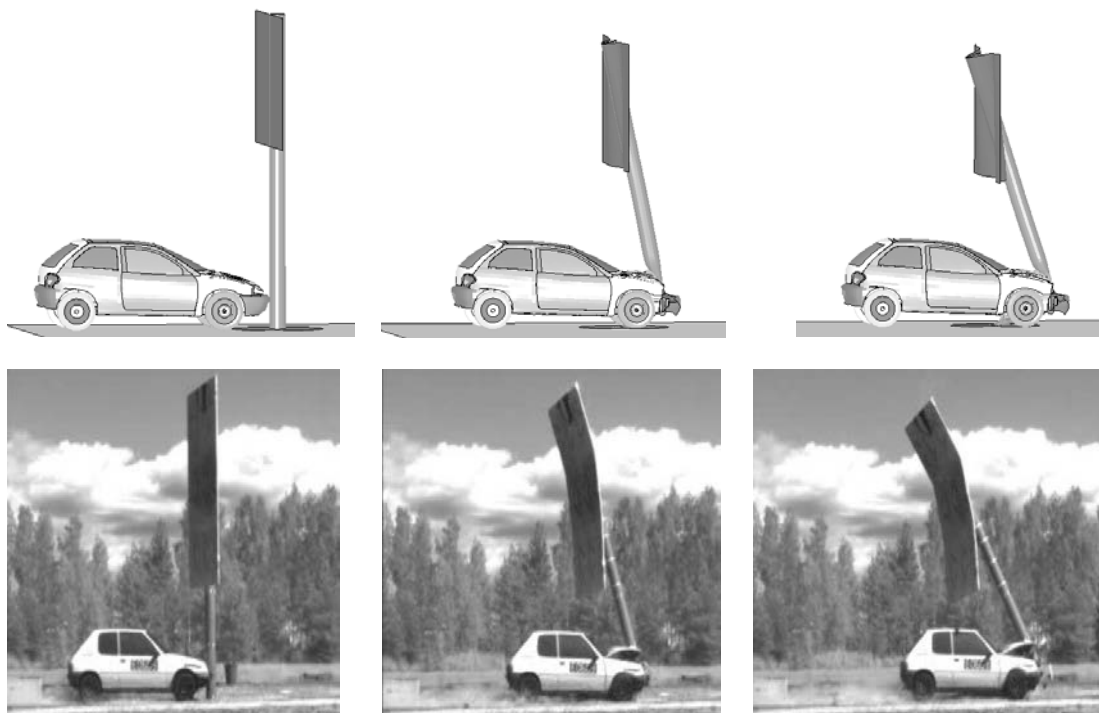


Figura 1. Secuencia de impacto del monoposte de señalización a 100 km/h. Arriba: simulación /Abajo: ensayo experimental (Helsinki University of Technology, 2009).

4. CONCLUSIONES Y APORTACIONES

Con esta metodología el análisis frente al impacto puede realizarse de manera rápida, económica y eficaz. Reduciendo no solo los costes materiales que implican el uso de prototipos, sino también los costes de tiempo. Pudiendo plantearse nuevos diseños más optimizados que los actuales y comparar muchos diseños con un coste mucho menor.

También cabe señalar, que la utilización de este tipo de simulaciones permite ensayar el impacto siempre con el mismo vehículo, reduciendo así el problema existente entre la divergencia de resultados debidos a las distintas rigideces de los vehículos experimentales. Del mismo modo, permite eliminar el error propio de la desviación del vehículo de su trayectoria y de variaciones en la velocidad de impacto, mejorando la precisión de los ensayos, y haciendo posible mejorar los diseños. Incluso esta metodología puede ser utilizada para resolver casos de accidentes de tráfico y determinar a partir de las lesiones de los ocupantes, las velocidades de impacto o las causas del accidente.

Por todo esto, se cree que esta metodología puede ser una ayuda para futuros diseños, investigaciones y sobre todo, para contribuir al desarrollo de este tipo de postes de seguridad pasiva y reducir el número de muertes en nuestras carreteras.

5. REFERENCIAS

1. AENOR, 2009. UNE-EN 12767:2009 Seguridad pasiva de las estructuras soporte del equipamiento de la carretera. Requisitos y métodos de ensayo.
2. Elmarakbi, A., Sennah, K., Samaan, M., and Siriya, P., 2006. Crashworthiness of Motor Vehicle and Traffic Light Pole in Frontal Collisions. ASCE J. Transp. Eng. Vol. 132, No. 9, pp. 722-733. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2006)132:9(722)
3. Helsinki University of Technology, 2009. Impact test according to EN-12767:2007 for one-legged traffic sign. Report Number J0416.
4. INE, 2015. Defunciones según la causa de muerte . 1–8.
5. JEROL Industri AB, 2009a. User manual of product: Safety columns for signalling.
6. JEROL Industri AB, 2009b. EC-Certificate of conformity of Jerol fibre reinforced polymer composite support.
7. Kokkobe, J.B.O., Pl, V., Puh, K., 2010. KBR - Concrete Base Dimensions.
8. Kolakowski, Z., 2003. On some aspects of the modified TSAI-WU criterion in thin- walled composite structures. Thin-Walled Struct. 41, 357–374. doi:10.1016/S0263-8231(02)00112-X
9. N. Yoganandan, Pintar, F.A., Stemper, B.D., Gennarelli, T.A., Weigelt, J.A., 2007. Biomechanics of side impact: Injury criteria, aging occupants, and airbag technology.
10. OMS, 2009. Informe de Estado Global Sobre Seguridad Vial.

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE ANALYSIS OF PROPRIOCEPTION

Santiago-Praderas, Víctor^{1*}, Juan F. Guerrero-Martínez², David Muñoz Rodríguez³, Fernando Brusola Simón⁴, Guillermo Peris-Fajarnes⁵, Beatriz Defez Garcia⁶, Andrea Victoria Arciniegas Villanueva⁷

1) Departamento de Ingeniería Gráfica, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n Edificio 8H, 46022, Valencia

2) Departamento de Ingeniería Electrónica, Universitat de València, Avenida de Blasco Ibañez 13, 46010, Valencia

3) David Muñoz Rodríguez, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n Edificio 8H, 46022, Valencia

4) Departamento de Ingeniería Gráfica, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n Edificio 8H, 46022, Valencia

5) Departamento de Ingeniería Gráfica, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n Edificio 8H, 46022, Valencia

6) Departamento de Ingeniería Gráfica, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n Edificio 8H, 46022, Valencia

7) Servicio de Neurofisiología Clínica, Hospital de Manises, Av. de la Generalitat Valenciana, 50, 46940 Manises, Valencia

*vsantiago@upv.es

RESUMEN

Las personas no somos conscientes de lo importante que es para nuestra vida el desarrollo y conocimiento de la propiocepción. Este sentido, afecta directamente al comportamiento físico y psíquico, y a todo lo que hacemos en nuestras actividades diarias, y principalmente si tienen que ver con la coordinación, equilibrio y el control de nuestros sentimientos. Aunque en este artículo nos estamos refiriendo al desarrollo de la propiocepción en deportistas, me gustaría recalcar que sus beneficios se pueden extrapolar directamente a cualquier contexto y actividad en la que estemos inmersos: entrenamientos militares, pilotos, personas con problemas físicos, personas mayores, lesiones, etc.

La propiocepción incluye todos aquellos sentidos, conscientes o no, que nos proporcionan información sobre la posición de todas las partes de nuestro cuerpo y las articulaciones que las unen, sus movimientos (kinestesia), así como los esfuerzos a los que son sometidas.

En este artículo se ha intentado describir los sistemas actuales que conocemos y usamos para medir estos sentidos, estudiándolos con experimentos científicos, y prestando especial atención a su análisis gráfico y la integración con diferentes interfaces.

Por último, este trabajo pretende ser un punto de partida en lo que se refiere a diseñar sistemas automáticos que sirvan de ayuda a científicos y personal clínico, para facilitarles información acerca de cómo trabaja el cerebro. Pensamos que este tipo de herramientas puede ayudarnos a comprobar si ciertos ejercicios mejoran el entrenamiento de la propiocepción y mejora la calidad de vida de las personas en general.

PALABRAS CLAVE: Propiocepción, salud y deporte, coordinación corporal, interfaces neurofisiológicos, interfaces cerebrales, EEG

1. INTRODUCCIÓN

Hay multitud de ejemplos acerca de cómo ciertos experimentos pueden medir la actividad de nuestra corteza cerebral en personas deportistas, y desde luego, estas medidas pueden ser cuantificadas numéricamente. Por esta razón, nos atrevemos a decir que, en personas con un entrenamiento específico, su comportamiento ante distintos estímulos externos y situaciones extremas es mucho más preciso y estable que otras personas que no han desarrollado esta capacidad. Estas reacciones son debidas, ni más ni menos, a ejercicios que, consciente o inconscientemente, desarrollan el sentido de la propiocepción.

La propiocepción es la responsable de controlar el sistema sensoriomotor, y como consecuencia de ello, nos permite controlar todos nuestros movimientos y extremidades. Este sentido interactúa con todas las fuentes de información sensoriales y nos ayuda a ser conscientes de nuestros movimientos, mantener el equilibrio, y utilizar posturas no perjudiciales, asegurándonos tener estabilidad en todas nuestras articulaciones. Si somos capaces de trabajar la propiocepción, podemos encontrar siempre posturas correctas de nuestro cuerpo, incluso recordar cual fue nuestra última postura y compararla con la posición que queremos adquirir, por supuesto coordinando todos los movimientos necesarios para llegar a ella. Estas situaciones son muy importantes cuando trabajamos en contextos peligrosos o practicamos deportes de riesgo.

Un sentido de la propiocepción no desarrollado puede tener influencias negativas sobre nuestro cuerpo a la hora de realizar cambios posturales o movimientos articulares, sobre todo para regular la fuerza ejecutada por nuestros músculos. Cuando este sentido va decreciendo, perdemos la capacidad de mantener el equilibrio, la coordinación mano-ojo disminuye, y decaen los reflejos para estabilizar las articulaciones.

Por todo ello, el riesgo de padecer lesiones aumenta. Además, las articulaciones se cansan y aparecen problemas de artrosis y artritis. Una propiocepción activa ayuda a gestionar mejor dolores físicos y problemas emocionales. En caso contrario, corremos el peligro aumentar la posibilidad de tener problemas físicos y psíquicos.

Los propioceptores, tales como los mecanorreceptores de la piel, están constantemente mandando información a ciertas áreas del sistema nervioso central (SNC), para que sean procesadas. Estas señales siguen dos rutas ascendentes: una hacia el cerebelo y la zona subcortical (área encargada de la propiocepción inconsciente), y al otra se dirige al tálamo (área encargada de la propiocepción consciente), especialmente el lóbulo parietal.

Actualmente, en los estudios de investigación en los que estamos involucrados, aplicamos distintos experimentos para obtener datos numéricos de estas áreas del cerebro, con el objetivo de analizar el comportamiento eléctrico del cerebro mediante herramientas gráficas.

Como podemos observar en la Figura 1, cada lóbulo tiene una actividad específica. Mientras que en los lóbulos temporales y occipitales las tareas que se procesan son todas aquellas procedentes de la vista y el audio, el lóbulo parietal es el responsable de las sensaciones somatosensoriales (propiocepción y nocicepción). El lóbulo frontal es el motor primario donde la información es analizada y memorizada. En estos lóbulos es donde se encuentra toda la información necesaria para entender cómo funciona el sentido de la propiocepción.

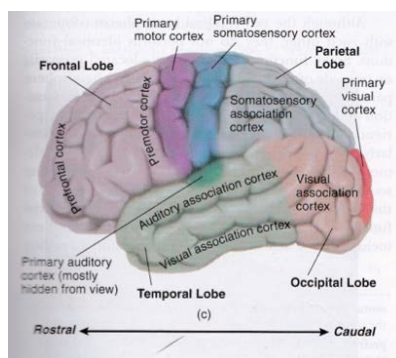


Figura 1. Partes del cerebro

Siendo conscientes de la complejidad neurofisiológica que conlleva el medir e interpretar un estudio como este con medidas aisladas, hemos trabajado con los diferentes test que Clark et al (2015) proponen. Todos estos experimentos se clasifican en dos grupos: test específicos y test no específicos.

Los test específicos intentan medir directamente la propiocepción, sin trabajar con otras habilidades. Al mismo tiempo, pueden trabajar con experimentos para medir la sensación de posición de las articulaciones, para medir la kinestesia, o nos ofrecen la posibilidad de medir sensaciones de fuerza. Como su nombre indica, estos tipos de test son capaces de medir aspectos concretos de la propiocepción, por lo que son experimentos muy exactos. Como desventaja, podemos citar que se suele necesitar equipamiento adicional, electrónico o no, y eso implica coste económico normalmente elevado.

Los test no específicos son aquellos que miden la propiocepción indirectamente, a través de otros experimentos que la necesitan. Están clasificados en test de equilibrio y test de coordinación mano-ojo. También se debe citar que tienen el inconveniente de que no son capaces de medir habilidades específicas de la propiocepción, por lo que suelen ser económicos y fáciles de llevar a cabo.

2. DESARROLLO

Durante el desarrollo de los experimentos hemos seguido los pasos indicados en la Figura 2.

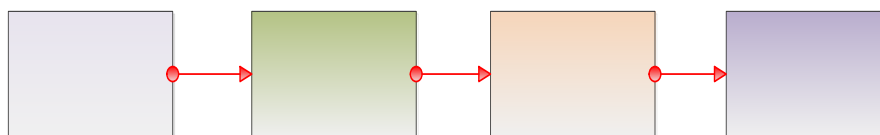


Figura 2. Fases de los experimentos

Como punto de partida (1), distintos test se han llevado a cabo sobre un grupo de pacientes. Los test realizados son tres: el test de Revel (Roren, 2007), el test de equilibrio (Clark, 2015), y el test de posición de articulaciones (Sturnieks, 2004). Podemos observar que se trata de una mezcla de test específicos y test no específicos. El test de equilibrio es un test no específico, mientras que los test de Revel y el de posición de articulaciones son test específicos.

CONCLUSION: Si durante el test sólo realizamos una observación física del paciente (Figura 3), no podemos ser capaces de predecir el comportamiento del sujeto, ni por supuesto medir objetivamente el nivel de propiocepción.



Figura 3. Paciente durante el experimento

En el paso (2), para realizar las medidas con los pacientes seleccionados y capturar señales reales, utilizamos herramientas convencionales tales como un sistema de adquisición de señales eléctricas EEG (Electroencefalograma). Los electrodos fueron distribuidos según el sistema internacional 10-10, colocados en las áreas delimitadas por los lóbulos frontal y parietal, según se muestra en la Figura 4.

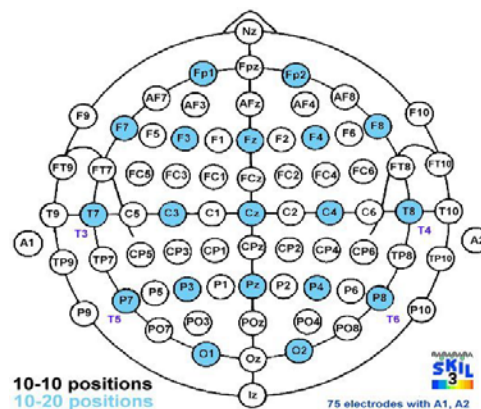


Figura 4. Posiciones del cerebro medidas

Además, según la Figura 5 y la Figura 6, para cada paciente extrajimos información visual e información analógica procedente de las capturas EEG, y la combinamos con datos numéricos tras una conversión de los impulsos eléctricos del EEG capturados previamente. Esta información está representada en la Figura 7.

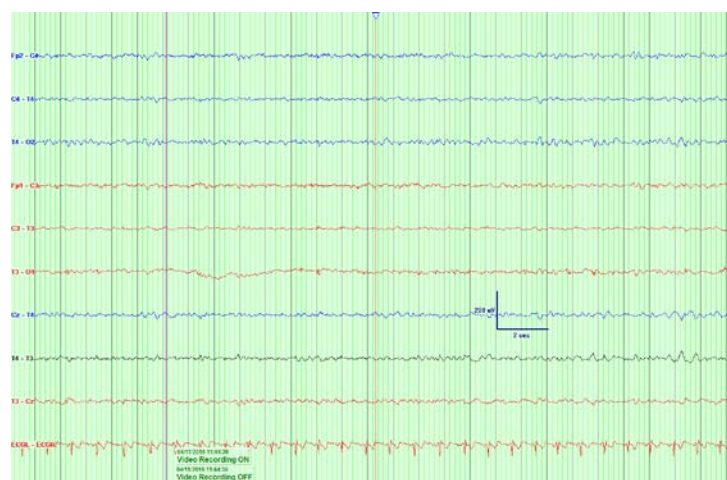


Figura 5. EEG analógica

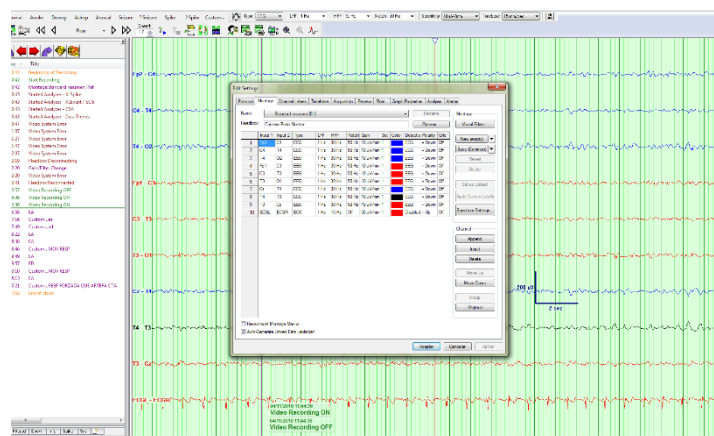


Figura 6. EEG analógica

AMPSAT	AMPSAT	1.0057	AMPSAT	AMPSAT	5.4037	2.8216	0.9897	1.0134	1.0386	0.9724	AMPSAT	AMPSAT	0.8342	0.8387	1.0931	0.4067	-0.0125	-0.0106	-
0.0154	0.0308	0.0455	-0.0045	OFF															
02/10/2016	13:52:46	462	8.7083	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	0.7196	1.0844	1.5169	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	1.3101	6.8161	AMPSAT	7.1846		
AMPSAT	AMPSAT	0.9134	AMPSAT	AMPSAT	5.4938	2.6719	0.7098	0.7329	0.7584	0.6885	AMPSAT	AMPSAT	0.5447	0.5641	0.7858	0.1497	-0.0144	-0.0101	-
0.0167	0.0266	0.0447	-0.0056	OFF															
02/10/2016	13:52:46	463	9.0260	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	0.6946	1.0541	1.5044	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	1.3313	6.9076	AMPSAT	7.1816		
AMPSAT	AMPSAT	0.9134	AMPSAT	AMPSAT	5.7068	2.6329	0.7066	0.7342	0.7451	0.6872	AMPSAT	AMPSAT	0.5341	0.5745	0.7672	0.1773	-0.0125	-0.0101	-
0.0162	0.0303	0.0455	-0.0056	OFF															
02/10/2016	13:52:46	464	9.3328	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	0.8494	1.1995	1.5528	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	1.3972	6.7042	AMPSAT	7.3613		
AMPSAT	AMPSAT	0.9576	AMPSAT	AMPSAT	5.9354	2.5975	0.8563	0.8866	0.8922	0.8369	9.7324	AMPSAT	0.6970	0.7281	0.9320	0.3482	-0.0088	-0.0112	-
0.0154	0.0258	0.0465	-0.0045	OFF															
02/10/2016	13:52:46	465	9.4027	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	0.7087	1.0296	1.4499	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	1.3055	6.6175	AMPSAT	7.2441		
AMPSAT	AMPSAT	0.8996	AMPSAT	AMPSAT	5.9503	2.4766	0.6952	0.7183	0.7382	0.6617	AMPSAT	AMPSAT	0.5415	0.5601	0.7651	0.1919	-0.0125	-0.0112	-
0.0162	0.0303	0.0455	-0.0056	OFF															
02/10/2016	13:52:46	466	9.4290	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	0.3738	0.6707	1.2917	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	1.1737	6.9769	AMPSAT	6.9187		
AMPSAT	AMPSAT	0.7980	AMPSAT	AMPSAT	5.9123	2.3987	0.3711	0.3857	0.4131	0.3214	AMPSAT	AMPSAT	0.1973	0.2323	0.3990	-0.1154	-0.0074	-0.0120	-
0.0162	0.0247	0.0460	-0.0037	OFF															
02/10/2016	13:52:46	467	9.6909	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	0.3475	0.6417	1.3090	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	1.2112	7.3544	AMPSAT	6.8956		
AMPSAT	AMPSAT	0.8884	AMPSAT	AMPSAT	6.0888	2.4614	0.3727	0.3887	0.4014	0.3163	AMPSAT	AMPSAT	0.1874	0.2406	0.3820	0.0888	-0.0074	-0.0120	-
0.0162	0.0258	0.0460	-0.0056	OFF															
02/10/2016	13:52:46	468	10.0362	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	0.5513	0.8408	1.4087	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	AMPSAT	1.3132	7.3887	AMPSAT	7.1067		
AMPSAT	AMPSAT	0.8799	AMPSAT	AMPSAT	6.3525	2.5321	0.5726	0.5910	0.5989	0.5157	AMPSAT	AMPSAT	0.4049	0.4442	0.6027	0.1273	-0.0064	-0.0120	-
0.0154	0.0253	0.0447	-0.0037	OFF															

Figura 7. Impulsos numéricos

CONCLUSION: los datos analógicos mostrados en las figuras 5 y 6 están muy orientados a dar información del cerebro de pacientes en reposo a expertos en neurofisiología, sin ruidos externos que puedan afectar a las señales eléctricas. De esta forma, y dependiendo de la experiencia y habilidad de los expertos en neurofisiología, se pueden sacar conclusiones sobre el funcionamiento del cerebro y diagnosticar enfermedades tales como epilepsia, alzhéimer, desmayos, pérdidas de memoria, traumas, desordenes de sueño, etc., pero no podemos obtener información objetiva y relativa al comportamiento de la propiocepción, y a como el cerebro reacciona para comunicarse con el resto del cuerpo.

Por otro lado, si optamos por trabajar con la información numérica como la mostrada en la Figura 7, ni para los médicos, ni para los ingenieros, resulta fácil y entendible analizar el comportamiento de la propiocepción de manera intuitiva.

Tras la ejecución de los test, la realización de la captura y conversión de las señales eléctricas, y el análisis de los datos finales, el siguiente paso consiste en procesar la información mediante algoritmos de procesamiento, según se muestra en la Figura 2, paso (3).

Desde el punto de vista físico, las señales procedentes del neocórtex, como casi todas las señales biomédicas, suceden en el dominio del tiempo, por lo que van cambiando constantemente. Durante este tiempo, se transmite toda la información relevante de la señal. Sin embargo, en contraposición con otro tipo de señales, como por ejemplo señales ECG (Electrocardiograma), las

señales EEG son un poco más complejas de procesar en el dominio del tiempo. Si queremos trabajar con este tipo de señales y extraer de ellas información válida, debemos cambiar del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia. Esto es lo que estamos llevando a cabo en este trabajo de investigación, y de esta manera es mucho más sencillo conocer que componentes de la señal tienen más energía y podemos compararlos con la misma señal pero en otro punto distinto de la misma, es decir, podemos sacar conclusiones importantes del comportamiento de la señal.

Como consecuencia de trabajar con señales EEG, la selección del tipo de algoritmos de procesamiento también ha sido una tarea un tanto compleja, ya que este tipo de señales son más sensibles a artefactos externos. Por ello, decidimos utilizar algoritmos de procesamiento espectral en el dominio de la frecuencia, con métodos paramétricos y no paramétricos, y mezclándolos con estudios de causalidad en el análisis de la frecuencia.

Para terminar con los experimentos, es muy importante analizar los datos obtenidos y representarlos de forma comprensiva. Para ello, otro aspecto a tener en cuenta durante el desarrollo de esta investigación es el mostrar los datos finales según se menciona en la Figura 2, paso (4). Pensamos que una forma novedosa de hacerlo es combinar diferentes interfaces, los cuales nos den la mayor información posible a los usuarios mediante técnicas gráficas y ergonómicas, facilitando al máximo de esta manera poder obtener conclusiones científicas.

La representación gráfica de los datos definitivos se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Interface de resultados

En la Figura 8 podemos observar diferentes formas de representar la información procedente del cerebro humano: información visual, EEG, información numérica e información 3D. En este ejemplo, para representar los datos en formato 3D hemos seleccionado una herramienta libre y abierta para la investigación llamada Brainstorm (<http://neuroimage.usc.edu/brainstorm>). Está abierta a científicos que estamos investigando y analizando señales MEG/EEG/sEEG/ECOG.

Uno de los objetivos principales de este artículo es el demostrar que, uniendo diferentes sistemas gráficos, podemos obtener mucha más información sobre cómo funciona el sistema neurofisiológico del ser humano, e incluso analizarlo, no solo desde el punto de vista de la propiocepción, sino desde otros puntos de vista para futuras investigaciones biomédicas.

3. EXPERIMENTOS CON PACIENTES

Los experimentos están llevándose a cabo con personas que practican, o han practicado, artes marciales durante varios años (u otros deportes que desarrollen el sentido de la propiocepción); con personas que practican otro deporte de forma regular; y con personas sedentarias que no practican deporte alguno. En estos primeros test, no hemos sido muy restrictivos, y cuestiones tales como el sexo o la edad no las hemos tenido en cuenta, cosa que si haremos en futuras pruebas. Por lo tanto, en los experimentos hay tres grupos de trabajo con las siguientes características:

Grupo 1:

Este grupo está compuesto por pacientes con perfil atlético que hayan recibido entrenamientos que específicamente desarrollen el sentido de la propiocepción. En nuestro caso el deporte seleccionado ha sido artes marciales, principalmente Taichi. Para poder pertenecer a este grupo, los deportistas han de practicar este deporte al menos tres horas a la semana durante los últimos tres años.

Grupo 2:

En este grupo hemos incluido a personas también deportistas durante el mismo periodo de tiempo, es decir, tres horas a la semana durante los últimos tres años, pero cuyo deporte no entrene el sentido de la propiocepción, al menos explícitamente. El propósito de incluir este tipo de deportistas en los experimentos no es otro que el de poder compararlo con el grupo anterior en lo que se refiere al tipo de ejercicios practicados y sus consecuencias.

Grupo 3:

En este grupo incluimos a personas sedentarias, es decir, aquellas que no practican deporte de forma regular. Partimos de la hipótesis de que, en personas que no practican deporte de forma habitual, en comparación con las que sí lo hacen, debe haber diferencias en la actividad cerebral, y así poder obtener distintas conclusiones.

En esta primera fase de los experimentos, estamos trabajando con conjuntos de 10 personas por grupo. Tras capturar datos procedentes del sistema EEG y procesarlos como hemos explicado en este trabajo, analizaremos los resultados mediante técnicas estadísticas no paramétricas. Después, de los parámetros obtenidos, rechazaremos todos aquellos que no nos proporcionan cambios importantes entre los grupos, quedándonos sólo con aquellos que nos indican diferencias substanciales. Por último, utilizaremos las técnicas gráficas explicadas en este trabajo para mostrar por perfiles los resultados definitivos y poder obtener conclusiones objetivas.

4. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

De momento, y pendientes de obtener resultados concluyentes sobre la investigación planteada en este artículo en relación al uso de diferentes sistemas gráficos y la integración entre ellos, sí que podemos afirmar que el objetivo de esta investigación ha sido comentado en diferentes foros y con distintos especialistas, y todos ellos apostaron por las mejoras que podemos conseguir con un sistema global que incluya resultados numéricos, 2D e imágenes 3D, principalmente en el terreno de la neurofisiología. El paso siguiente es desarrollar herramientas para medir la capacidad humana en lo que se refiere a posturas corporales y la seguridad, evitando así lesiones, procedentes del mundo del deporte o no, y profundizar en el comportamiento neurofisiológico.

Por lo tanto, una vez tengamos una cantidad de datos importante tras el estudio con un grupo alto de pacientes, intentaremos demostrar la hipótesis de que el sentido de la propiocepción, y sus consecuencias directas en el equilibrio, la coordinación y el sistema musculoesquelético está mucho más desarrollado en unos deportistas que en otros. Esto no ocurre porque exista algún desorden físico o psíquico, sino porque la práctica de algunos ejercicios nos ayuda a ser conscientes de este sentido, y nos ayuda a llevar a cabo nuestras tareas vitales.

Aunque todavía es pronto y queda mucho por hacer en este campo, en un futuro podríamos pensar en unificar sistemas BCI (Brain Computer Interface) con los resultados expuestos en esta investigación, y si los resultados son aceptables, podría ser posible pensar en utilizar sistemas gráficos para el desarrollo de modelos neurofisiológicos completos, con todo lo que esto significaría en el tratamiento y la prevención de enfermedades neurológicas.

Las aplicaciones finales podrían ser numerosas: clínicas, deportivas, laborales, etc. Los resultados de esta investigación se podrían aplicar, tanto a personas interesadas en la práctica de deporte a alto nivel, como a personas que quieran mejorar su salud en general y prevenir futuros problemas físicos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Park, Joanne L., Fairweather, Malcolm M., Donaldson, David I. Making the case for mobile cognition: EEG and sports performance. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. Volume: 52. Pages: 117-130
- [2] Daina L Sturmeiks, Anne Tiedemann, Kirsten Chapman, Bridget Munro, Susan M Murray, Stephen R Lord. Physiological risk factors for falls in older people with lower limb arthritis. *The Journal of Rheumatology* November 1, 2004 vol. 31 no. 11 2272-2279
- [3] Susan Hillier, Maarten Immink, Dominic Thewlis. Assessing Proprioception: A Systematic Review of Possibilities. *Neurorehabil Neural Repair* February 23, 2015
- [4] Sanket Jain, Krishnaj Gourab, Sheila Schindler-Ivens, Brian D. Schmit. EEG during pedaling: Evidence for cortical control of locomotor tasks. *Clinical Neurophysiology*. February 2013 vol. 124, Issue 2, Pages 379–390
- [5] Joanne L. Park, Malcolm M. Fairweather, David I. Donaldson. Making the case for mobile cognition: EEG and sports performance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. Volume 52, May 2015, Pages 117–130
- [6] Christopher Ring, Andrew Cooke, Maria Kavussanu, David McIntyre, Rich Masters. Investigating the efficacy of neurofeedback training for expediting expertise and excellence in sport. *Psychology of Sport and Exercise*. Volume 16, Part 1, January 2015, Pages 118–127
- [7] Ming-Yang Cheng, Chiao-Ling Hung, Chung-Ju Huang, Yu-Kai Chang, Li-Chuan Lo, Cheng Shen, Tsung-Min Hung. Expert-novice differences in SMR activity during dart throwing. *Biological Psychology*. Volume 110, September 2015, Pages 212–218

[8] Michael A. McCaskey, Corina Schuster-Amft, Brigitte Wirth, Eling D. de Bruin. Effects of postural specific sensorimotor training in patients with chronic low back pain: study protocol for randomised controlled trial. *Trials*. 15 December 2015

[9] Nicolas C. Clark, Urik Røijezon, Julia Treleaven. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: clinical assessment and intervention. *Manual Therapy* 28 January 2015

MODELADO 3D DE UN IMPLANTE DENTAL EN EL HUESO MAXILAR MEDIANTE TÉCNICAS DE GEOMETRÍA COMPUTACIONAL. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO BIOMECÁNICO

Francisco Cavas Martínez*, Daniel García Fernández-Pacheco

Departamento de Expresión Gráfica, Universidad Politécnica de Cartagena, C/ Doctor
Fleming, S/N, 30202, Cartagena, Murcia

*francisco.cavas@upct.es

RESUMEN

La osteointegración de los implantes dentales en el hueso maxilar depende de conseguir una conexión firme, estable y duradera en la interfaz hueso-implante. El éxito del equilibrio en los procesos de formación y reabsorción ósea depende de la cantidad y calidad del tejido óseo presente, de las características geométricas del implante y de la técnica quirúrgica empleada. Existen pacientes que presentan un hueso maxilar con unas dimensiones geométricas reducidas, por lo que es necesario predecir en estos casos el comportamiento biomecánico de los implantes dentales. Por ello, en el presente trabajo se propone un procedimiento de reconstrucción geométrica 3D de un implante dental monocomponente de tamaño reducido mediante técnicas de geometría computacional que se usará posteriormente para simular su comportamiento mecánico bajo condiciones normales de carga de masticación con los huesos cortical y trabecular en la zona premolar de los maxilares que presentan unas dimensiones reducidas. La variabilidad de las respuestas obtenidas permite caracterizar el implante, definiendo un nuevo enfoque para la simulación y posterior análisis biomecánico de la interfaz componente mecánico-estructura biológica.

PALABRAS CLAVE: Modelado 3D, Elementos Finitos, Biomedicina

1. INTRODUCCIÓN

Los dientes son órganos anatómicos duros formados por tejidos mineralizados que le confieren un cierto grado de dureza¹. Un implante dental es una pieza aloplástica que se aloja en el tejido óseo con la finalidad de reponer piezas dentarias ausentes o conservar las piezas naturales. El éxito del implante depende del grado de osteointegración² obtenido, el cual depende de la calidad y cantidad de tejido óseo presente en el maxilar, además de las características geométricas del implante y de la técnica quirúrgica empleada. Existen pacientes que no poseen suficiente hueso circundante en la zona maxilar, por lo que los implantes convencionales pueden presentar problemas debido a sus dimensiones³. Para ello, en la presente comunicación se propone el procedimiento de reconstrucción geométrica 3D de un implante dental monocomponente de tamaño reducido mediante técnicas de geometría computacional que se usará posteriormente para simular su comportamiento mecánico bajo condiciones normales de carga de masticación con los huesos cortical y trabecular en la zona premolar de los maxilares que presentan unas dimensiones reducidas.

2. METODOLOGÍA

MODELADO MEDIANTE GEOMETRÍA COMPUTACIONAL

El modelo geométrico del implante dental y de un segmento del maxilar se obtiene mediante diversas operaciones geométricas (figura 1) utilizando el software Autodesk Inventor®.

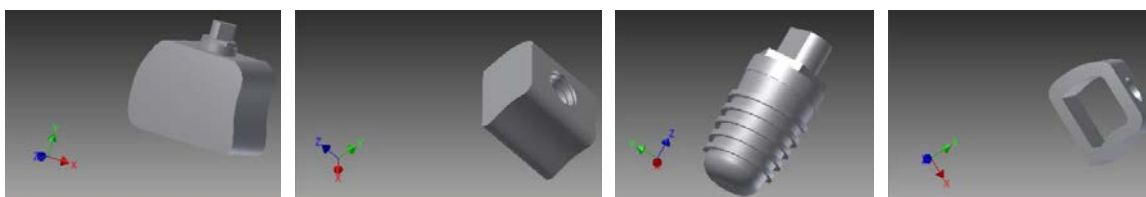


Figura 1. Modelado de elementos

MODELADO BIOMECÁNICO POR EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

Los modelos geométricos obtenidos son exportados a un software específico de elementos finitos, ALGOR®, para proceder a la simulación numérica y posterior análisis de los esfuerzos y deformaciones transmitidos al tejido óseo cortical y trabecular por diferentes parámetros relacionados con la anatomía maxilar (altura del maxilar -AM-) y con variables geométricas (diámetro de rosca -DR-, longitud de rosca útil -LR-, altura del filete -AF-, paso del filete -PF-). En esta comunicación sólo se analiza la influencia de la altura del segmento del maxilar (AM).

El material del implante es la aleación TI-6AL-4V ($Y = 111000$, $\nu = 0.35$), que junto con las propiedades mecánicas de los huesos cortical ($Y = 12850$, $\nu = 0.3$) y trabecular ($Y = 680$, $\nu = 0.3$) definen las propiedades mecánicas del conjunto. Las cargas aplicadas son 115.5 N en la dirección axial, 18.2 N en la dirección lingual y 23.5 N en la dirección mesio-distal³.

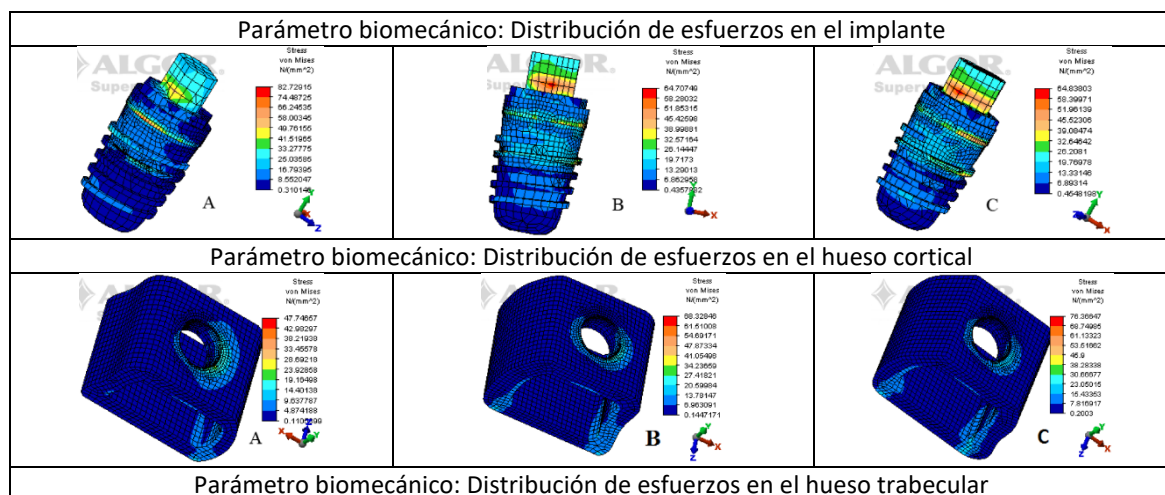
3. SIMULACIÓN NUMÉRICA. ANÁLISIS.

Las principales dimensiones utilizadas en las diferentes hipótesis de carga para analizar la influencia de la altura del segmento maxilar **AM** vienen recogidas en la tabla 1. Se observa que el resto de parámetros permanece constante.

Parámetros	Influencia AM		
	A	B	C
AM	8	10	12
DR	4.5	4.5	4.5
LR	5.8	5.8	5.8
AF	0.3	0.3	0.3
PF	0.7	0.7	0.7

Tabla 1. Dimensiones utilizadas en las diferentes hipótesis de simulación

En el modelo obtenido, se restringe la base dejando libre el resto de las piezas y se aplican las cargas definidas de forma combinada al modelo para analizar el comportamiento de la distribución de esfuerzos y deformaciones en el implante, hueso cortical y trabecular (figura 2).



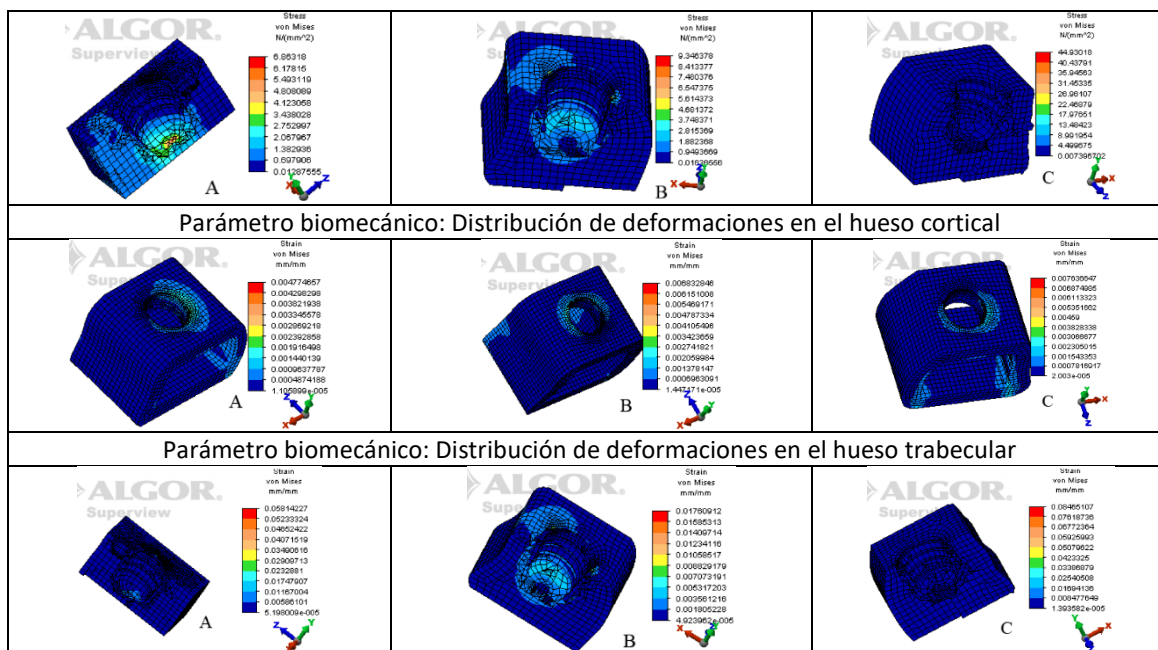


Figura 2. Distribución de esfuerzos y deformaciones en el implante, hueso cortical y trabecular

4. CONCLUSIONES

En el implante se observa una mayor concentración de esfuerzos en la zona del pilar y en la zona de arranque de la rosca; con respecto a las variantes A, B y C no se observan diferencias significativas. Respecto a los esfuerzos, el hueso cortical presenta las mayores concentraciones en la parte superior del hueso, donde el implante hace contacto con el hueso, siendo la variante C la que presenta un mejor resultado. Sin embargo, en el hueso trabecular los niveles de esfuerzos transmitidos son bajos para las tres variantes debido a la baja altura que presenta el segmento maxilar. Respecto a las deformaciones, se observa que en las tres variantes simuladas se generan menores niveles de deformación en el hueso cortical y mayores en el hueso trabecular. En resumen, la variante A no es adecuada debido a los niveles de deformación que presentan en la interfaz con el trabecular, mientras que las variantes B y C presentan unos niveles de esfuerzos y deformaciones apropiados para que se favorezca el equilibrio de remodelación ósea, es decir un alto grado de osteointegración, en la interfaz hueso-implante.

5. REFERENCIAS

1. Guillaume B. Dental implants: A review. *Morphologie : bulletin de l'Association des anatomistes* 2016.
2. Feller L, Chandran R, Khammissa RA, Meyerov R, Jadwat Y, Bouckaert M, et al. Osseointegration: biological events in relation to characteristics of the implant surface. *SADJ*

: *journal of the South African Dental Association* = *tydskrif van die Suid-Afrikaanse Tandheelkundige Vereniging* 2014, **69**(3): 112, 114-117.

3. Lemos CA, Ferro-Alves ML, Okamoto R, Mendonca MR, Pellizzer EP. Short dental implants versus standard dental implants placed in the posterior jaws: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry* 2016, **47**: 8-17.

PROGRAMAS DE BAJO COSTE PARA EL DISEÑO Y MODELIZADO 3D EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA GRÁFICA

Jacinto Santamaría-Peña^{1*}; Marco A. Benito¹; Félix Sanz-Adan¹; David
Arancón¹; Marian Martínez¹

1) Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad de La Rioja. C/ Luis de Ulloa, 20
26004-LOGROÑO (La Rioja)

* Email: jacinto.santamaria@unirioja.es

RESUMEN

La programación docente de asignaturas relacionadas con el Diseño en Ingeniería en la Universidad española, incluye el uso de programas informáticos para desarrollar su parte práctica. Estos programas suelen orientarse en gran medida al mundo de la fabricación y/o la simulación.

La tendencia generalizada es usar, con objetivos docentes, grandes paquetes de software que den respuesta a las necesidades de aprendizaje planteadas en las distintas asignaturas. Esta decisión tiene sus ventajas, ya que centra a los alumnos en el conocimiento y dominio de unos pocos programas de diseño, que en cierta medida llegan a controlar. Sin embargo, la decisión de centrar el aprendizaje en unos pocos ejemplos de software de diseño, aunque sean potentes, hace que el alumno no llegue a conocer otras soluciones y otras metodologías, igualmente interesantes.

En esta comunicación pretendemos poner en evidencia la existencia en el mercado de otras soluciones de modelado 3D, de nulo o bajo coste, que pueden ser utilizadas a nivel docente en el ámbito universitario. Suelen ser soluciones limitadas técnicamente en muchos aspectos, pero que presentan curvas de aprendizaje muy rápido para el alumno. Incorporan en general entornos muy amigables, simplificando al máximo el proceso de diseño y renderizado de objetos.

PALABRAS CLAVE: Modelo CAD3D; Software Ingeniería Gráfica; Modelado 3D; Renderizado.

1. INTRODUCCIÓN

La programación docente de asignaturas relacionadas con el Diseño en Ingeniería en la universidad española, incluye el uso de programas informáticos para desarrollar su parte práctica. Estos programas suelen orientarse en gran medida al mundo de la fabricación y/o la simulación.

La tendencia generalizada es usar, con objetivos docentes, grandes paquetes de software que den respuesta a las necesidades de aprendizaje planteadas en las distintas asignaturas. Esta decisión tiene sus ventajas, ya que centra a los alumnos en el conocimiento y dominio de unos pocos programas de diseño, que en cierta medida llegan a controlar. Sin embargo, la decisión de centrar el aprendizaje en unos pocos ejemplos de software de diseño, aunque sean potentes, hace que el alumno no llegue a conocer otras soluciones y otras metodologías, igualmente interesantes.

Para las asignaturas básicas de diseño 2D y 3D, se generaliza el uso de programas como AUTOCAD® y MICROSTATION®. Y para asignaturas un poco más especializadas, se amplía a otros paquetes potentes basados en los anteriores (Inventor®, Architecture®, Mechanical®, Civil3D,...) siguiendo todos ellos la filosofía de imagina, diseña y crea (imagine, design, and create). Otros paquetes potentes de software típicamente utilizados en nuestras universidades, utilizan el diseño paramétrico y se orientan básicamente a la fabricación, como son PTC CREO®, Catia y SolidWorks®. En general, todos estos programas se basan en realizar una primera fase de diseño 3D de los componentes, seguido del ensamblaje de elementos y uso herramientas de simulación para validación. Además, estos programas suelen llevar incorporadas utilidades de renderizado de superficies más o menos potentes, para dar realismo a los diseños.

En esta comunicación pretendemos poner en evidencia la existencia en el mercado de otras soluciones de modelado de objetos 3D, de nulo o bajo coste, que pueden ser utilizadas a nivel docente en el ámbito universitario. Suelen ser soluciones limitadas técnicamente en muchos aspectos, pero que presentan curvas de aprendizaje muy rápido para el alumno. Incorporan en general entornos muy amigables, simplificando al máximo el proceso de diseño y renderizado de objetos.

Centraremos el estudio en tres aplicaciones orientadas al diseño de objetos (2D y 3D) y otras tres al renderizado de superficies, buscando resaltar sus potencialidades y describir sus limitaciones.

2. SOFTWARE DE DISEÑO

2.1. FREECAD



Se trata de un software de modelado 3D paramétrico multiplataforma (*Windows, Mac and Linux*), totalmente gratuito, de código abierto y muy orientado al diseño en ingeniería mecánica. Tiene una gran comunidad de usuarios y programadores detrás, que lo mantienen constantemente actualizado y no tiene unos requerimientos de hardware muy elevados. Presenta gran facilidad de uso, buen interface, un aprendizaje rápido y cuenta con numerosos scripts con funcionalidades adicionales. Las capacidades de importación y exportación a otros formatos son elevadas.

Como inconvenientes se podrían citar la gran dificultad para realizar animación de objetos de

forma sencilla (sólo bajo programación con comandos Python) y la falta de herramientas de simulación.

Tiene módulos complementarios de acotación, gráficos de dependencias y de animaciones

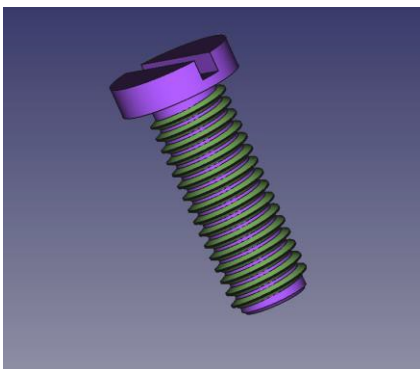


Fig. 1 Tornillo M8 en FreeCAD.

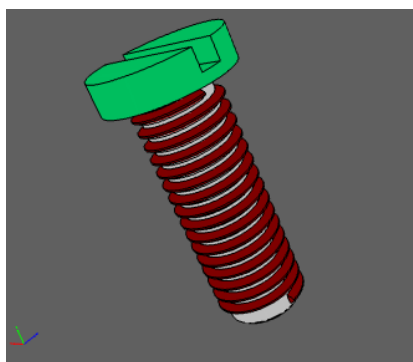


Fig. 2. Tornillo M8 como modelo 3D.

2.2. GOOGLE SKETCHUP



Aunque no es un software diseñado para ingeniería, cuenta con herramientas muy potentes para el diseño geométrico en general y muy en particular para arquitectura. Es de muy fácil manejo y aprendizaje, con un interface muy simple y su versión gratuita es muy potente. Tiene una amplia red de usuarios que proporcionan una importante librería de modelos 3D ya creados. No es de código abierto y tiene versiones de pago. Se pueden hacer animaciones de los modelos creados fijando la trayectoria de la cámara y grabar videos. Tiene buenas herramientas de renderización.



Fig. 3. Exterior casa en Sketchup.



Fig. 4. Exterior casa en 3D.

2.3. RHINOCEROS



No es un programa gratuito, aunque sí de bajo coste. Está orientado al diseño CAD en general y en el manejo de superficies en particular. Tiene grandes capacidades de importación y exportación de formatos y unas herramientas de renderizado y animación de gran calidad. No es gratuito ni de código abierto y no está especializado en ningún ámbito en concreto. Tiene una interface poco amigable y muy mejorable. Tiene una gran capacidad para generar animaciones, pero mediante la adquisición de complementos añadidos.

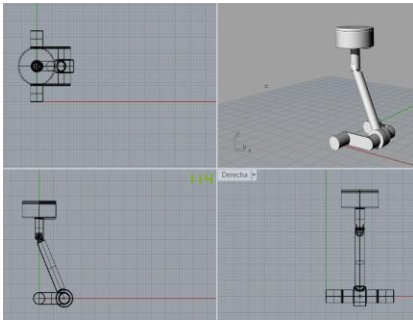


Fig. 5. Biela-Manivela en Rhino.

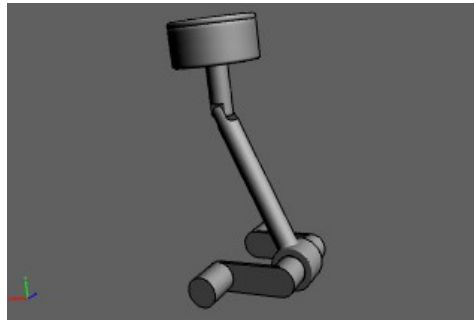


Fig. 6. Modelo 3D de Biela-Manivela.

3. SOFTWARE DE RENDERIZADO

3.1. BLENDER



Es un software gratuito y de código abierto, con modelado 3D basado en Nurbs y con un motor de renderizado muy potente "Cycles Render". Puede realizar multitud de simulaciones con físicas reales y son de gran precisión y calidad. Tiene muchas addons externas, tanto gratuitas como de pago. Es un programa poco pesado y con una curva de aprendizaje es rápida. Se puede hacer la visualización dinámica del renderizado y utilizar varias simulaciones a la vez que interactúen entre ellas. Dispone de una gran variedad de simulaciones desde solidos rígidos o deformables, simulaciones de partículas, de fluidos, etc.

Como inconvenientes se podrían citar la imposibilidad de dar precisión geométrica a los diseños como lo haría un programa de CAD y la necesidad de tener un hardware potente para realizar tareas de nivel medio. Tiene unos altos requerimientos de memoria RAM y de disco duro para hacer simulaciones de fluidos de alta calidad.



Fig 7. Renderizado con simulación de colisión conCycles render.

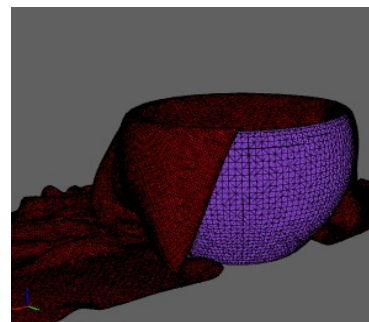


Fig. 8. Modelo 3D.

3.2. KEYSHOT



No es un programa gratuito, pero genera unos resultados de renderizado de gran calidad en poco tiempo. Tiene un buen rendimiento y dispone de

capacidad para controlar la potencia utilizada por el ordenador. Las texturas incorporadas son de gran calidad y es muy fácil crear animaciones. Importa archivos directamente de los principales programas de CAD y muestra previsualización dinámica del renderizado.

Como inconvenientes podrían citarse que algunas versiones pueden generar fallos con Windows10 y que no muestra aceleración por tarjeta gráfica, usando sólo el procesador, lo cual hace trabajar al ordenador siempre al 100%.



Fig 9. Renderizado del Arduino Uno.

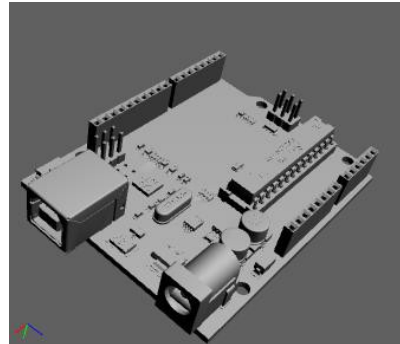


Fig. 10. Modelo 3D Arduino en FreeCAD.



3.3. KERKYTHEA

Es un software de renderizado gratuito, con muy buena calidad de los acabados y fácil de utilizar. Tiene herramientas avanzadas para creación de nuevas texturas y de iluminación. Permite controlar la velocidad del ordenador durante el renderizado. Tiene una interface muy básica y está muy relacionado con Scketchup.

Como principales inconvenientes se podrían citar que no tiene previsualización dinámica del render y que no tiene aceleración por tarjeta gráfica. Existe una versión mejorada de pago, llamada TheaRender.

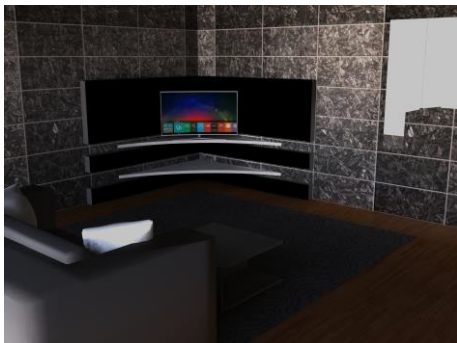


Fig 11 Renderizado interior con luz exterior.

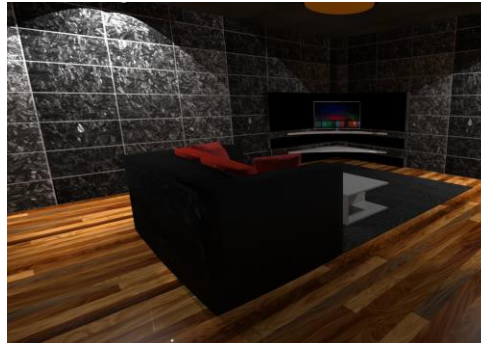


Fig. 12. Renderizado interior con luz interior.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Respecto a los programas de diseño y modelado 3D estudiados cabe destacar, con propósitos docentes alternativos, el software FreeCAD que se asemeja mucho a los programas típicos CAD 2D/3D usados en las asignaturas de los primeros cursos. En el ámbito de la Construcción sería interesante incorporar Scketchup, ya que proporciona unas herramientas de diseño y renderizado de objetos 3D y del entorno realmente interesantes.

Se descartan los programas NanoCAD y Rhinoceros, por ser el primero excesivamente básico y el segundo, porque la versión mejorada tiene un coste similar a otras soluciones tradicionales con licencias educativas.

Respecto a los programas de renderizado y simulación analizados, destacan las prestaciones que ofrece BLENDER. Sus posibilidades para realizar simulaciones dotando a los objetos de propiedades físicas reales y la calidad que se consigue con ellas, lo convierten en un software necesario en el ámbito de la ingeniería gráfica.

Es difícil que estas soluciones gráficas analizadas puedan llegar a sustituir a los tradicionales programas docentes en el ámbito universitario, pero pueden constituir un revulsivo como complemento formativo.

5. CONCLUSIONES

El objetivo principal de esta comunicación ha sido buscar alternativas viables al modelado y renderizado de objetos 3D en el ámbito de la docencia universitaria y analizar sus posibilidades de inclusión en la programación docente.

Respecto a los programas comúnmente utilizados tanto en ingenierías como en arquitectura, existen soluciones de bajo coste que pueden aportar otra visión e incluso otras herramientas muy útiles en estos campos.

Hay que reconocer la dificultad de incorporar dentro de las programaciones docentes programas de diseño gráfico diferentes a los utilizados por las empresas; pero no se deberían descartar como complementos de formación.

6. REFERENCES

1. M. X. Luo. *Thinking of Engineering Graphics Teaching Management Model and Teacher Team Building*. Advanced Materials Research, Vols. 591-593, pp. 2190-2193, 2012
2. Wang B. *An Approach for Engineering Graphics Education Reform in Modern Information Technology*. In Advances in Computer Science, Environment, Ecoinformatics, and Education pp. 42-46. Springer, 2011.
3. Hong S, Fei G., Xia C. *Discussion on the teaching of many-class-hour mechanical drawing course with 3D CAD*. Journal of Graphics, 2012.
4. Marunic, Gordana, and Vladimir Glazar. *Spatial ability through engineering graphics education*. International J. of Technology and Design Education 23.3, pp 703-715, 2013.
5. Kley, M. *Working with Rhinoceros 5.0*. Tilburg, Netherlands: Rhinoacademie, 2013.
6. Collette, Brad, and Daniel Falck. *FreeCAD [how-to] solid modeling with the power of Python*. Birmingham: Packt Pub, 2012.
7. Obijuan Academy. Ed. Dr. Juan González Gómez. Published 14 July 2014. Web. 10 Nov. 2015. <http://www.iearobotics.com/wiki/index.php?title=Obijuan_Academy>.
8. Arduino Uno. Andrew Whitham. Published 3 January 2014. Web. 25 Apr. 2016 <<https://grabcad.com/library/arduino-uno-r3-1>>.

RECONSTRUCCIÓN TRIDIMENSIONAL PERSONALIZADA DE LA ARTICULACIÓN DE RODILLA

Francisco Cavas Martínez*, Daniel García Fernández-Pacheco

Departamento de Expresión Gráfica, Universidad Politécnica de Cartagena, C/ Doctor
Fleming, S/N, 30202, Cartagena, Murcia

*francisco.cavas@upct.es

RESUMEN

La rodilla es una de las articulaciones más complejas del sistema músculo-esquelético del cuerpo humano. En el caso particular del conjunto de los ligamentos cruzados y del tejido óseo de la rodilla existe la necesidad de proponer modelos geométricos que permitan un análisis fiable sobre su funcionalidad mediante el empleo de Elementos Finitos. La presente comunicación propone la obtención del dominio geométrico real del conjunto ligamentos cruzados-tejido óseo a partir de imágenes médicas obtenidas mediante TAC y RMN, lo que permite realizar una posterior simulación mediante Elementos Finitos de su comportamiento biomecánico en su posición espacial de completa extensión, que es la posición donde las mayores cargas inciden en el punto de contacto de la interfaz biológica definida entre los dos ligamentos cruzados. El protocolo propuesto de obtención del dominio geométrico del conjunto ligamentos-hueso constituye un modelo de gran utilidad para posteriores análisis biomecánicos.

PALABRAS CLAVE: Geometría Computacional, Modelado 3D, biomecánica

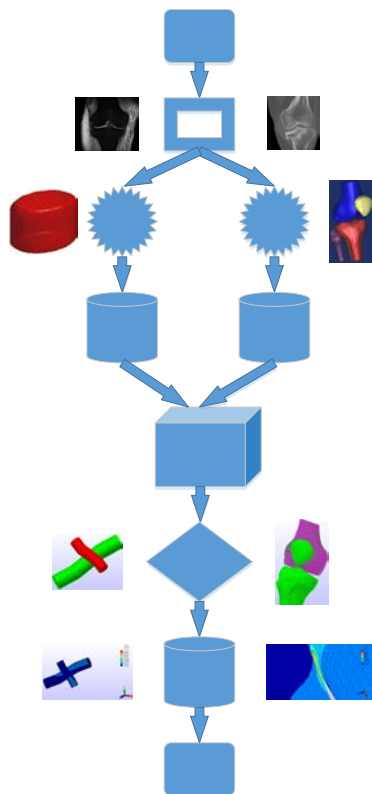
1. INTRODUCCIÓN

La rodilla se considera la articulación más compleja de todos los miembros inferiores del sistema musculoesquelético del cuerpo humano¹. El método más empleado para su modelización es el Método de los Elementos Finitos (EF). Sin embargo, la definición geométrica de las estructuras anatómicas resulta complicada debido a que generalmente son asimétricas^{1 2}. La presente comunicación propone la obtención del dominio geométrico real del conjunto 'ligamentos

cruzados-tejido óseo' a partir de imágenes médicas obtenidas mediante el empleo de la tomografía axial computarizada (TAC) para los huesos de la rodilla y mediante el empleo de la resonancia magnética nuclear (RMN) para los ligamentos de la rodilla. A partir de estas imágenes, y utilizando técnicas de segmentación, se generará un modelo tridimensional personalizado con suficiente precisión para realizar posteriormente la simulación mediante Elementos Finitos de su comportamiento biomecánico en su posición espacial de completa extensión, que es la posición donde las mayores cargas inciden en el punto de contacto de la interfaz biológica definida entre los dos ligamentos cruzados.

2. METODOLOGÍA

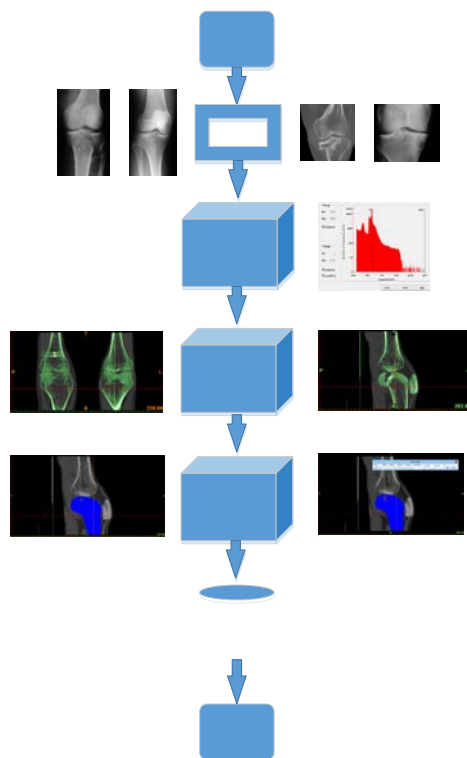
El protocolo de generación de modelos y posterior análisis viene definido en la figura 1.



El protocolo comprende una primera etapa subdividida a su vez en dos subetapas: por un lado, el proceso de adquisición de imágenes RMN del tejido blando y posterior generación del modelo 3D, y por otro lado el proceso de adquisición de imágenes TAC del tejido duro y posterior generación del modelo 3D. Una segunda etapa comprende la integración de los dos modelos 3D en un software específico de análisis mediante el Método de los Elementos Finitos. En este caso se definen las propiedades de los materiales, así como las condiciones de restricción y modelo final de mallado. Y por último, la etapa de análisis numérico del comportamiento biomecánico a diferentes cargas e interpretación de resultados de las simulaciones realizadas.

Figura 1. Protocolo general

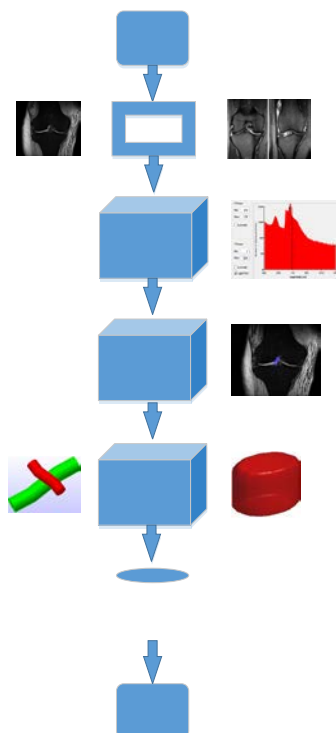
La primera subetapa comprende la generación del modelo 3D del tejido óseo (figura 2).



El protocolo comprende varias etapas: i) etapa de lectura de imágenes procedentes del TAC en formato DICOM a diferentes tamaños a 12 bits, y procesamiento de imágenes mediante el software Mimics; ii) etapa de preprocesado para reducción de ruido mediante ecualización de histogramas, con lo que se corrigen niveles de intensidad y brillos mediante el software Matlab; iii) etapa de segmentación para dividir las imágenes en regiones continuas donde los elementos tengan propiedades de cohesión comunes, todo ello realizado a través de umbralización y región creciente de las imágenes; iv) etapa de remuestreo para suavizar las superficies de las imágenes y rellenar elementos desconectados. Una vez obtenido el modelo se exporta en formato compatible con software de Diseño Geométrico Asistido por Ordenador (DGAO).

Figura 2. Diagrama de generación del modelo tejido óseo

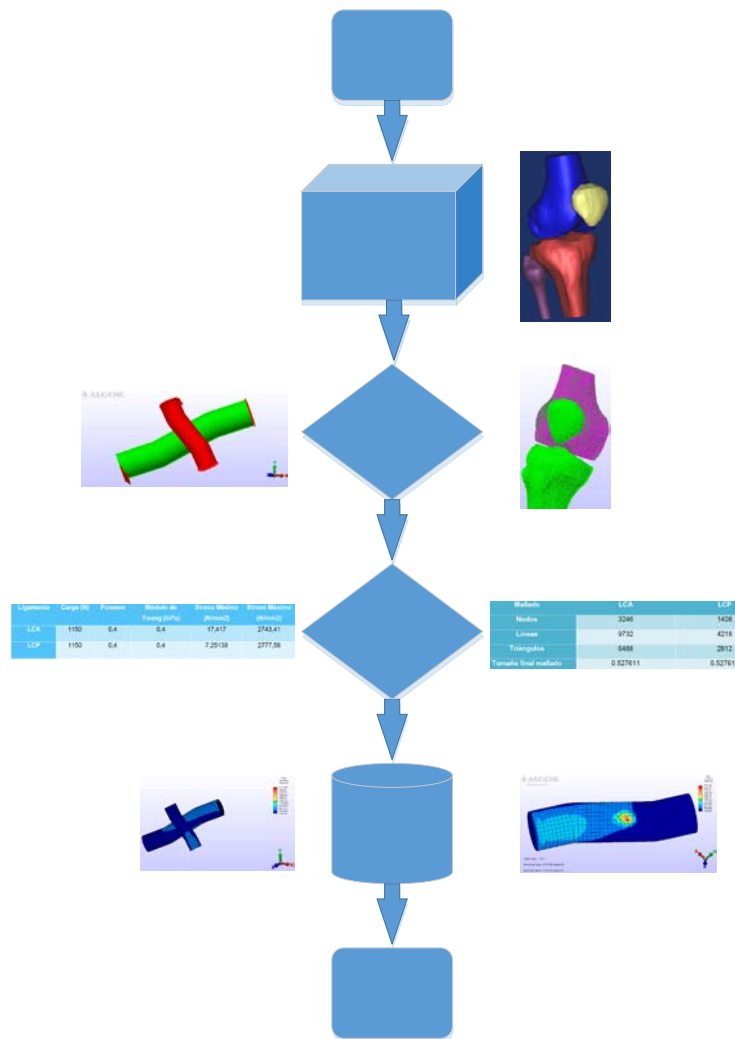
La segunda subetapa comprende la generación del modelo 3D del tejido blando (figura 3).



El protocolo comprende varias etapas: i) etapa de lectura de imágenes procedentes del RMN en formato DICOM a diferentes tamaños a 12 bits, y procesamiento de imágenes mediante el software Mimics; ii) etapa de filtrado de imágenes según criterio de reducción de ruido al 5% mediante el método de la derivada; iii) etapa de segmentación utilizando una elipse para seleccionar el área de interés. Una vez obtenido el modelo se exporta en compatible con software de DGAO.

Figura 3. Diagrama generación modelo tejido blando

La segunda etapa comprende la integración de ambos modelos y el análisis biomecánico (figura 4).



La integración de los dos modelos se realiza mediante software Autodesk Inventor, para su posterior exportación a software de análisis numérico Algor, en donde se definen las restricciones y condiciones del mallado. Posteriormente se definen las propiedades de los materiales (Módulo de Young y coeficiente de Poisson) a partir de datos obtenidos en la literatura científica. Además se establecen las condiciones de ensayo de esfuerzos y deformaciones. Por último, se realizan varias simulaciones biomecánicas bajo las condiciones establecidas.

Figura 4. Diagrama de integración de imágenes y simulación numérica

3. CONCLUSIONES

El protocolo propuesto de obtención del dominio geométrico del conjunto ligamentos-hueso constituye un modelo de gran utilidad para posteriores análisis biomecánicos.

4. REFERENCIAS

1. Morrison WB, Major N. The Knee. *Topics in magnetic resonance imaging : TMRI* 2015;24:193-203.
2. Torp-Pedersen S, Bartels EM, Wilhjelm J, et al. Articular cartilage thickness measured with US is not as easy as it appears: a systematic review of measurement techniques and image interpretation. *Ultraschall in der Medizin (1980)* 2011;32:54-61.

SELF CAD: COMPLEMENTO INTERACTIVO PARA FACILITAR EL AUTOAPRENDIZAJE CON AUTOCAD

Pablo Pando Cerra^{1*}, Pedro Ignacio Álvarez Peñín¹, Bernardo Busto Parra¹,
Humberto Fernández Álvarez¹.

1) Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo,
C/ Pedro Puig Adam, Sede Departamental Oeste Módulo 7, 33203, Gijón, Asturias

*pandopablo@uniovi.es

RESUMEN

La integración de las Nuevas Tecnologías en la docencia universitaria ha permitido el análisis de resultados en tiempo real. Por este motivo, desde el área de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Oviedo se ha desarrollado SELF CAD, una herramienta que permite a los alumnos corregir los ejercicios que realizan desde un programa de Dibujo Asistido por Computador (AutoCAD), informándoles en tiempo real saber si lo han resuelto correctamente o, en caso contrario, les indica los errores cometidos.

Además, gracias a la versatilidad de esta herramienta el docente desde una plataforma Web podrá realizar la gestión de los alumnos y de los ejercicios, la visualización de los resultados, un seguimiento en tiempo real del progreso de dichos alumnos y la generación de informes con la información almacenada en su Base de Datos.

Por tanto SELF CAD no solo ahorra tiempo a los docentes evitándoles la tarea de tener que corregir un sinfín de ejercicios, sino que además permite agilizar la obtención de resultados a los propios alumnos eliminando de esta forma indeseables tiempo de espera.

PALABRAS CLAVE: AutoCAD, Enseñanza Asistida Por Computador, Herramienta De Aprendizaje Individual, Dibujo Asistido Por Ordenador, Evaluación En Tiempo Real.

1. INTRODUCCIÓN

Los nuevos programas de Grado adaptados al EEES recomiendan la utilización de un método de evaluación continua para poder tener una visión constante del trabajo realizado por los alumnos. Sin embargo, la gran cantidad de alumnos y la alta carga de trabajo de los profesores exigen un esfuerzo adicional a estos últimos para lograr ese objetivo. Las nuevas tecnologías facilitan al docente un sinfín de posibilidades para interaccionar con sus alumnos y poder así realizar un seguimiento integro durante su proceso de aprendizaje. Por ello, en el área de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Oviedo se han desarrollado diferentes herramientas que facilitan la corrección de forma precisa y en tiempo real de los ejercicios de Dibujo Asistido por Computador (CAD) propuestos a los alumnos. Una de esas herramientas, a la que se ha denominado SELFCAD, es un complemento que se integra en la barra de herramientas de AutoCAD. Esta comunicación analiza la experiencia que ha supuesto la integración de SELFCAD dentro del plan docente para el estudio del Dibujo Asistido por Computador en los Grados de Ingeniería.

2. EL COMPLEMENTO PARA LA CORRECCIÓN DE EJERCICIOS

SELFCAD es un complemento que se integra dentro de AutoCAD para la realización y corrección de ejercicios utilizando este programa. En la Figura 1(a) se muestra la barra de herramientas de AutoCAD donde es posible observar una nueva pestaña la cual corresponde a dicho complemento SELFCAD. Esta pestaña abre una botonera que proporciona diferentes opciones según el estado en el que se encuentre el usuario, tal y como se aprecia en b), c) y d).

Figura 1. Interfaz de SELFCAD.

El usuario registrado podrá comprobar los ejercicios que tiene asignados y los que ha superado previamente. Además, podrá descargarse un historial donde podrá ver datos acerca de los ejercicios intentados, el tiempo dedicado a la realización de cada ejercicio y un resumen con los ejercicios resueltos correctamente en las diferentes sesiones de prácticas. Una vez el alumno selecciona el ejercicio, el alumno puede intentar resolverlo utilizando para ello todas las herramientas que le proporciona AutoCAD y corregirlo posteriormente. En la corrección del ejercicio, se marcará en verde las entidades que se han dibujado correctamente y en rojo las que no se han dibujado correctamente (Figura 2.a). Además, aparecerá una ventana emergente en la que se le indicará al alumno una nota y el número de entidades correctas e incorrectas. Si

el ejercicio no se ha resuelto correctamente (Figura 2.b), el alumno, si lo desea, puede seguir intentando resolverlo desde el momento anterior al proceso de corrección realizado.

Figura 2. Corrección de ejercicios con SELFCAD.

Es importante indicar también que toda la información recopilada durante la sesión de cada



estudiante es enviada y almacenada en una plataforma Web. Desde esta plataforma el docente puede controlar todo el proceso de aprendizaje del alumno. Para ello cuenta con cinco módulos de herramientas (Figura 3):

- **Gestión de Usuarios:** Permite crear, modificar y eliminar las cuentas de los usuarios.
- **Gestión de Ejercicios:** Permite crear, modificar y eliminar los ejercicios que posteriormente se les presentará a los alumnos para su resolución. Además, en cada ejercicio se permite definir diferentes parámetros de evaluación y añadir penalizaciones, para que el alumno obtenga de forma precisa la nota final del ejercicio, según los requisitos de evaluación que desee utilizar el docente.
- **Visualización de Resultados:** Desde este módulo, el docente puede obtener de forma rápida datos de un determinado alumno como, por ejemplo, los ejercicios realizados, si los ha completado correctamente, cuanto tiempo ha tardado en completar cada ejercicio, cuantos intentos ha empleado para completarlo y la nota que ha obtenido en el mismo.
- **Seguimiento en Tiempo Real:** Este módulo permite hacer un análisis de resultados y filtrar los mismos, ya no por alumnos de forma individual como en el caso anterior, sino por otros aspectos generales como notas o fechas de realización de los ejercicios.
- **Impresión:** Este módulo genera una serie de informes, en formato WORD o EXCEL, con toda la información almacenada en la base de datos de la plataforma Web referente a la realización de ejercicios por parte de los alumnos.

The screenshot shows the 'ADMINISTRADOR DE USUARIOS Y CONTENIDOS' interface. On the left, there's a sidebar with 'HERRAMIENTAS' including 'Creación de usuarios', 'Creación de ejercicios', 'Visualización de resultados', 'Seguimiento Tiempo Real', and 'Impresión y paquetes'. The main area is titled 'VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS' and contains a 'Lista de Alumnos' table and a 'SESION2' results table.

Identificador	Grupo
u0239457	grupoB
u0239574	grupoA
u0239665	grupoA
u0239771	grupoA
u0239907	grupoB
u0239940	grupoB
u0239941	grupoB
u0240182	grupoA
u0240392	grupoB
u0243497	grupoB
u0243515	grupoB
u0243559	grupoA
u0243735	grupoB
u0243758	grupoB
u0243764	grupoA
u0243765	grupoA
u0243786	grupoA
u0243910	grupoB
u0243932	grupoB
u0244005	grupoB
u0244095	grupoB
u0244084	grupoA
u0244095	grupoA
u0244108	grupoA
u0244123	grupoA

MATERIA	Ejercicio	Correcto	Nota	Fecha	Tiempo	Intentos	Num Ej
SESION2	1	SI	10	27/02/2015 13:47:23	00:02:41	1	10
SESION2	2	SI	10	27/02/2015 13:52:55	00:05:27	1	10
SESION2	3	SI	10	27/02/2015 14:11:18	00:18:16	1	10
SESION2	4	SI	10	27/02/2015 14:27:44	00:18:21	1	10
SESION2	5	SI	10	27/02/2015 14:30:52	00:03:01	1	10
SESION2	6	NO	2	27/02/2015 14:38:57	00:19:51	1	10
SESION2	7	SI	10	04/05/2015 21:28:04	00:13:14	1	10
SESION2	8	NO	0.31	04/05/2015 21:40:44	00:20:28	1	10
SESION2	10	SI	10	08/05/2015 08:18:55	00:18:02	1	10

Figura 3. Administrador Web de SELF CAD.

3. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA Y DISCUSIÓN

Durante el último curso académico se ha llevado a cabo un cambio metodológico en el aprendizaje del Dibujo Asistido por Computador con la inclusión de SELF CAD en las sesiones prácticas de esta materia. Se realizaron 6 sesiones prácticas de 2 horas de duración cada una de ellas. Las cinco primeras sesiones constaron de una pequeña introducción teórica (20-25 minutos), tras la cual se les propuso a los alumnos una serie de ejercicios para su resolución. Finalmente, en la última sesión se les realizó una prueba de evaluación, consistente en un ejercicio a realizar con AutoCAD, que los profesores evaluaron de forma manual (sin SELF CAD).

La evaluación de las prácticas se dividió en dos partes. Por un lado, los ejercicios propuestos tuvieron un peso del 30% de la nota (0.15 puntos por cada ejercicio resuelto correctamente con SELF CAD hasta un máximo de 3 puntos). Dicho apartado es considerado como trabajo no presencial del alumno (*TNP*). El 70% restante, 7 puntos, corresponde a la nota obtenida con la prueba final de evaluación (*PFE*). En esta experiencia han participado 49 alumnos. La Tabla 1 recoge los resultados obtenidos.

Analizando con detalle esta información, se pueden encontrar datos muy curiosos. Por ejemplo, la mayor puntuación en los exámenes la han obtenido los alumnos que han obtenido también la mayor puntuación en el trabajo no presencial (*TNP*). El número medio de ejercicios realizados por los alumnos es aproximadamente de 13 ejercicios por alumno, siendo este número un poco más alto para el caso de los alumnos que han aprobado (unos 15 ejercicios por alumno) y más bajo en el caso de los que han suspendido (unos 9 ejercicios por alumno). Por ello es posible concluir que a mayor número de ejercicios correctos realizados mayor es la probabilidad que

tiene el alumno de aprobar, lo cual confirma la utilidad de esta herramienta en el aprendizaje de los alumnos.

ID	Ejercicios Correctos	Tiempo	Nota TNP	Nota PFE	Nota Final	ID	Ejercicios Correctos	Tiempo	Nota TNP	Nota PRE	Nota Final
A1	11	8:41:09	1,65	5,5	7,15	A26	4	1:55:38	0,6	1,75	2,35
A2	6	1:12:18	0,9	6,5	7,4	A27	14	7:26:12	2,1	4,75	6,85
A3	23	8:06:57	3	6	9	A28	9	3:32:41	1,35	6	7,35
A4	16	5:24:01	2,4	6	8,4	A29	6	3:27:18	0,9	2,5	3,4
A5	2	0:57:57	0,3	6,25	6,55	A30	21	11:09:54	3	4,5	7,5
A6	16	9:54:12	2,4	0	2,4	A31	20	7:28:44	3	4,25	7,25
A7	9	2:59:32	1,35	4	5,35	A32	11	4:20:22	1,65	6,25	7,9
A8	12	4:07:42	1,8	5,5	7,3	A33	15	7:10:20	2,25	3,75	6
A9	16	8:53:41	2,4	3	5,4	A34	17	9:42:45	2,55	3	5,55
A10	10	5:30:16	1,5	1,75	3,25	A35	16	4:57:18	2,4	3	5,4
A11	14	4:09:06	2,1	3	5,1	A36	20	5:14:15	3	6,5	9,5
A12	10	2:09:36	1,5	3,25	4,75	A37	20	5:55:01	3	5,5	8,5
A13	21	5:22:18	3	7	10	A38	9	4:16:48	1,35	2,5	3,85
A14	26	9:26:27	3	5	8	A39	9	2:58:46	1,35	1,75	3,1
A15	10	4:52:50	1,5	4,75	6,25	A40	15	3:38:10	2,25	3,25	5,5
A16	16	4:59:18	2,4	4,75	7,15	A41	20	6:58:17	3	6	9
A17	5	1:22:08	0,75	2,5	3,25	A42	20	6:54:27	3	5,5	8,5
A18	12	3:21:54	1,8	6,25	8,05	A43	6	2:18:01	0,9	4,25	5,15
A19	8	4:02:08	1,2	5,75	6,95	A44	14	5:12:18	2,1	0,65	2,75
A20	11	2:51:21	1,65	6,5	8,15	A45	10	5:50:07	1,5	0,5	2
A21	12	2:44:43	1,8	4,25	6,05	A46	9	2:30:39	1,35	0,8	2,15
A22	8	2:34:40	1,2	5,5	6,7	A47	15	6:16:51	2,25	1,2	3,45
A23	23	10:19:30	3	7	10	A48	21	5:52:18	3	2,25	5,25
A24	7	2:04:10	1,05	4	5,05	A49	6	2:46:16	0,9	0	0,9
A25	1	0:33:29	0,15	2,75	2,9						

Tabla 1. Resultados obtenidos con el uso de SELF CAD

En cuanto al tiempo de dedicación medio es posible concluir que está en torno a las 5 horas de trabajo no presencial, siendo de 5 horas y media para el caso de los alumnos que han aprobado la asignatura y de 4 horas para los que la han suspendido. Además, si se considera que los alumnos cuentan con 1 hora y 40 minutos en cada sesión para dedicarlo a realizar trabajo no presencial y que en la última sesión se han dejado las 2 horas a tal efecto, los alumnos han contado con 8 horas y 40 minutos durante las sesiones de prácticas, siendo este tiempo más que suficiente para alcanzar el tiempo medio que los alumnos han tenido que dedicar para aprobar. Por tanto, cabe concluir que esta herramienta no solo supone una mejora en la calidad de la enseñanza, sino que además el tiempo que deben dedicar los alumnos para aprobar no supone un esfuerzo extra por parte de los mismos fuera de las sesiones impartidas.

SILLA DE RUEDAS MODULABLE LOW COST

Bernardo Pajares Moreno^{1*}, Guillermo Peris-Fajarnés¹, Beatriz Defez
García¹, Ismael Lengua Lengua¹

1) Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas, Universidad Politécnica de Camino
de Vera s/n Valencia, 46022

*berpamo@hotmail.com

RESUMEN

Como el título indica. Este proyecto pretende construir una silla de ruedas lo más económica que sea posible. Para ello se ha realizado un diseño lo más sencillo, teniendo en cuenta materiales ya existentes. El chasis de la silla está construido por perfiles redondos de aluminio unidos entre sí por uniones de codo y en T fabricados en acero para este caso. Para las ruedas pueden utilizarse ruedas de cualquier otro modelo de silla. En el caso de necesitar modificar el ancho y largo de la silla, estos se pueden ajustar variando en largo de los perfiles. En el caso de rotura de algún perfil, es posible modificar el perfil roto.

PALABRAS CLAVE: Silla, perfil, redondo

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto nace por la necesidad de hacer accesible a cualquier bolsillo un producto ortopédico como es una silla de ruedas.

El concepto de silla de ruedas económica está ligado a un producto pesado, de acero y de un solo manejo, es decir, solo es posible ser usada por una misma persona (medidas estándar) y en un lugar determinado (calle, casa).

Por este motivo, se estudió la forma de modificar estos aspectos y ver la posibilidad de modificarlos para lograr diseñar una silla de ruedas que mediante unos sencillos cambios,

podiera ser utilizada en diversos lugares como pueden ser la calle, el campo, dentro de las casas, etc., dependiendo de las necesidades. Todo esto con un coste suficientemente económico como para que fuera accesible a cualquier bolsillo.

Parte del proyecto, ha sido realizar una búsqueda de modelos ya existentes en el mercado. Para posteriormente estudiar la forma de englobar todos esos modelos en uno solo, obteniendo así una silla de ruedas que con unos sencillos y económicos cambios pueda ser utilizada por cualquiera y en cualquier lugar.

Cuando hablamos de silla de ruedas low cost, tenemos que atender al precio del producto. La forma de abarata viene dada por diversos factores:

1. Uno es la sencillez del diseño. Con esto se consigue unos costes de fabricación bajos.
2. Otro es que sea modulable. Con esto se consigue que, al tener el mismo chasis para diferentes usos, se tenga solo una línea de producción. Por lo tanto se aumenta la oferta del producto y con eso se reducen los costes de producción.
3. Para finalizar, su fácil montaje y sustitución de piezas por rotura u otros usos y también el montaje lo puede realizar el comprador. Esto ahorra en mano de obra.

2. DESARROLLO DEL DISEÑO

Una vez realizada la búsqueda de modelos ya existentes y los costes aproximados de adquisición del producto, se procedió a la realización de bocetos primero a mano y posteriormente en ACAD, antes de pasarlos al PTC Creo Parametric.

El ACAD nos dio una idea general del modelo realizado, observando los primeros fallos en el diseño.

Se fue modificando el diseño y perfilando el modelo en el programa den 2D, puliendo los aspectos erróneos más destacados y modificándolos según los criterios que pretende el proyecto.

Una vez conseguido el diseño definitivo, se utilizó el programa de diseño PTC Creo Parametrics para darle un aspecto más real y tangible y acabar de mejorar la silla.

Con este software se modelaron en 3D todas y cada una de las piezas de la silla para poder ir probando el ajuste entre ellas y ver los últimos fallos que podía presentar el diseño.

Una vez realizado este modelado y para finalizar la fase de ajuste y diseño de las piezas, se pasó a realizar la maqueta a escala del diseño mediante una impresora de 3D. Con ella, las piezas

fueron impresas una por una para su posterior montaje.

En este posterior paso del diseño se consiguió detectar los últimos errores de diseño quedando el modelo lo más ajustado posible a la realidad.

3. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO

La silla de ruedas modulable low cost, consta de un chasis de perfiles tubulares de aproximadamente unos 30 mm. Encajados entre sí por medio de uniones en forma de T o codos. Formando de esta forma un entramado de tubos de fácil montaje.

Como cada tubo está unido de forma independiente a los demás, puede ser sustituido en caso de rotura o daño.

Las piezas de unión, están diseñadas para ser sustituidas, bien por rotura o bien para cambiar la funcionalidad de la silla. Algunas piezas soportan varios tipos de ruedas.

Gracias a su diseño de perfiles tubulares de aluminio, el cambio de dimensiones de la silla, puede resultar relativamente sencillo. Logrando así una mejor adaptación a la persona y al entorno.

En la silla, solo es posible plegar el respaldo y el desmontaje de las ruedas traseras.

4. SILLA MODULABLE

El diseño de la silla modulable puede aceptar diferentes kits para diferentes entornos. Estos son los entornos:

- Calle manual.
- Calle eléctrica.
- Interior arrastrada con puertas estrechas.
- Campo manual.
- Campo eléctrica.
- Combinación entre ellas.

En el caso de necesidad para adaptar la silla a diferentes entornos, podrá hacerse de forma sencilla mediante un kit suplementario. Por ejemplo: En el caso de que tenga una silla de calle manual y la quiera hacer de montaña. Tendré que sustituir ciertos perfiles traseros por amortiguadores. También será posible sustituir las ruedas por una con perfiles más anchos.

Otra opción es hacer la silla de calle para interior de viviendas con puertas estrechas. En este

caso sería sustituir las ruedas traseras de aros por ruedas pequeñas y a su vez, estrechar la silla mediante la sustitución de los perfiles tubulares que marcan el ancho, por unos perfiles tubulares más estrechos.

Todos estos cambios resultarán lo suficientemente sencillos para poderse realizar por cualquier propietario de estas sillas.

5. CONCLUSIONES

Cuando se decide adquirir una silla de ruedas, siempre se tiene en cuenta diversos factores como el uso que se le va a dar, el precio, la manejabilidad, si se puede desmontar o no, etc.

Con este diseño se ha pretendido rebajar el precio del producto, de tal forma que unos de estos factores, posiblemente el primordial no sea ya obstáculo para su adquisición. Si a esto le añadimos que se puede adaptar de forma sencilla a cualquier situación de uso en la vida diaria. Obtenemos un producto especialmente interesante.

Es más, si el precio del producto es lo suficientemente económico puede ser utilizada en lugares donde el nivel económico de la población, no permite la adquisición de algunos productos existentes actualmente en el mercado de la ortopedia.

Otro factor que no se ha nombrado anteriormente y no deja de ser interesante, es su durabilidad. Al estar construida con aluminio y acero, y al mismo tiempo, poder sustituir, sin ningún tipo de problema, las piezas estropeadas, se puede estar hablando de una silla “incombustible”.

SISTEMA DE MEJORA CONTÍNUA DE RECURSOS DIDÁCTICOS EN LAS ASIGNATURAS DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA

Fernández San Elías^{1*}, Gaspar; Romera Zarza^{2*}, Andrés Luis; et alter.

1) Departamento de Tecnología Minera, Topografía y Estructuras. Universidad de León, Campus de Vegazana, 24071, León.

*gaspar.fernandez@unileon.es

2) Ingeniería Civil: Construcción, Infraestructura y Transporte. Universidad Politécnica de Madrid, Calle Ramiro de Maeztu, 7, 28040 Madrid

*andresluis.romera@upm.es

RESUMEN

La trayectoria de esta investigación en la docencia tiene una vinculación directa con la experiencia de mejora llevada a efecto con el proceso de Evaluación de la Calidad en la Enseñanza de la Expresión Gráfica desarrollado en diversas universidades de España y Portugal.

Se ha fundamentado en una síntesis del Programa Institucional de Calidad en relación a los Informes de Autoevaluación y Evaluación Externa para las Escuelas de Ingeniería, que invita a propiciar los adecuados mecanismos de mejora de la metodología docente, temarios, prácticas, evaluación, bibliografía, incrementar la formación práctica para abordar el fracaso, el retraso y el abandono de las titulaciones. Esto justifica la necesidad de llevar a cabo una acción de información en los I.E.S. como medida preventiva en las asignaturas de Dibujo Técnico.

Filosofía de la Calidad en la Empresa fundamentada en criterios de eficacia y eficiencia como herramienta conveniente para paliar los índices de fracaso de las asignaturas de este área del conocimiento y una mejora continua creada a partir de actividades teórico-prácticas, el diseño de nuevas publicaciones adaptadas a programas específicos, la introducción de nuevas tecnologías de diseño gráfico y la generación de recursos didácticos que propicien interés en el alumno, la evaluación programada y el seguimiento continuo.

PALABRAS CLAVE: Mejora continua, recursos didácticos, diseño gráfico, contenidos plurales de la geometría, calidad en la enseñanza, acceso al conocimiento, Programa Institucional de Calidad -Fase 98-, geometría descriptiva, normalización, transformaciones geométricas, problemas y aplicaciones diédricas, aplicaciones del sistema acotado, visualización de formas, diédrico directo, innovación en la docencia, evaluación continua, seguimiento del alumno, necesidades de los alumnos, modelización, aplicaciones teórico-prácticas, diseño industrial, sistemas de representación, aplicaciones topográficas, cartografía, expresión gráfica, nuevas tecnologías.

1. PROBLEMA DETECTADO EN LA EVALUACIÓN

Desde el Programa Institucional de Calidad –Fase 98– se realizó un Informe de Síntesis en base a los Informes de Autoevaluación y Evaluación Externa para la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática en el año 99, donde en el apartado Conclusiones y Recomendaciones se invita, con carácter general, a propiciar los adecuados mecanismos de mejora de metodología docente, temario, prácticas, evaluación progresiva, bibliografía, incrementar la formación práctica, etc., para abordar el problema del fracaso y abandono en los primeros ciclos de las titulaciones. También en el mismo se estimaba una acción de información en los I.E.S., como medida preventiva.

La heterogeneidad del alumnado y desinterés de ciertos sectores en el aula, tampoco es menor a nivel universitario que abocan a índices de fracaso en las asignaturas de Expresión Gráfica.

2. ACCIÓN PROPUESTA: OBJETIVOS

La importación de la filosofía de la Calidad en la Empresa, es decir, la Mejora Continua, genera proteicas actividades teórico-prácticas mediante el diseño de publicaciones adaptadas a programas específicos, introduciendo el refuerzo de las nuevas tecnologías de diseño gráfico a esta enseñanza y generando recursos didácticos adecuados a programas específicos

Nuestro objetivo ha sido y es establecer el procedimiento de la citada filosofía que contribuya a corregir los puntos débiles del Informe de la Evaluación Externa, cifrable en los siguientes logros:

- Presentación de los contenidos plurales de la geometría que resulten más asequibles a un colectivo heterogéneo.
- Adecuación al nivel y las necesidades de los alumnos.
- La potenciación de la visión espacial del alumno mediante profusión de figuras ilustrativas, fomentando el hábito de la observación y el análisis.
- Ajustarse a la programación específica de la asignatura.
- Esfuerzo para conseguir aplicar la teoría a situaciones prácticas basadas en casos reales, con la consiguiente motivación del alumno.
- Potenciar los recursos didácticos con aplicación de las nuevas tecnologías.
- Educar la facultad del razonamiento abstracto para proyectar en el campo concreto.
- Adecuar y facilitar al alumno los medios para casos de asistencia semipresencial.

3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La experiencia de mejora se ha llevado a cabo en diferentes ámbitos y cursos:

- C.O.U. – P.A.U. Dibujo Técnico I y II – LOGSE.
- Asignaturas troncales y obligatorias en Escuelas de Ingeniería y Arquitectura.
- Proyectos Fin de Carrera, tesis doctorales.

4. PLANIFICACIÓN, RECURSOS, TEMPORALIZACIÓN Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

La secuencialización de publicaciones, ponencias, dirección de proyectos relacionados con esta materia, Organización de Olimpiadas de Dibujo Técnico para I.E.S., atención a la demanda de diversos Centros, impartición de Cursos de Normalización en diferentes C.F.I.E.... da una idea ilustrativa del enorme esfuerzo de atención a la Comunidad Educativa y, por ende, a la contribución de la ingeniería gráfica a la sociedad.

5. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA, PUESTA EN MARCHA

La metodología implantada tiene como motor el proceso de la Mejora Continua [que tantas satisfacciones proporciona en el mundo empresarial moderno] atendiendo a sugerencias de

alumnado y profesores. Esta es una de las bases para que se revisen, actualicen, renueven y se innoven anualmente las publicaciones de los Cursos Teórico-Prácticos de las distintas extensiones.

6. RESULTADOS

- La asignatura de Dibujo Técnico II es una de las de mayor nota media en LOGSE en la Comunidad de Castilla y León.
- El porcentaje de aprobados en esta materia en las facultades donde se ha llevado esta acción ha mejorado y es reseñable el valor añadido cualitativo de preparación que conllevan los alumnos debido a la sólida formación geométrica adquirida.
- En cuanto a la proyección de mejora, son múltiples los centros donde está implantado o recomendado diferentes publicaciones, como F. de Sistema Diédrico, F. S. Diédrico Directo Problemas y Aplicaciones Diédricas, Sistema Acotado: Problemas y Aplicaciones... Concretamente, se encuentran en todas las bibliotecas de las universidades españolas.

Son múltiples los centros donde está implantado o recomendado este material, y varios de los libros se encuentran en bibliotecas de Escuelas de Ingeniería y Arquitectura, así como en Centros de Enseñanza Secundaria.

POSIBILIDADES DE APLICACIÓN A OTRAS UNIDADES

En la actualidad estos medios ya se han implantado en varias Universidades y se siguen demandando trabajos; en este momento, con proyección internacional, se sigue trabajando en varios proyectos y dedicando un gran esfuerzo a la renovación–innovación y refuerzo de la enseñanza con la implementación de nuevas tecnologías.

EXPERIENCIA PROFESIONAL Y ACADÉMICA DE LOS AUTORES. Ver ANEXO I.

PUBLICACIONES. VER ANEXO II

PONENCIAS Y COMUNICACIONES A CONGRESOS DE INGEGRAF RELACIONADAS CON EL ARTÍCULO.

- Ponencia: *Aplicación de la Afinidad a las Sombras*. Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Las Palmas. Publicado en Libro de Actas. 1991. Gaspar Fernández San Elías.

- Ponencia: *Problemática del Dibujo Técnico en las PAU ante el Distrito Único*. Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Valladolid. 2000. Publicado en el Libro de Actas del Congreso. Autores: Isidro Zatarain de Dios (UVA); Gaspar Fernández San Elías (ULE); Juan Ortiz (USAL); Javier García (UBU). Publicado en Libro de Actas.

- Ponencia: *Repercusión en la docencia universitaria de las Pruebas de Acceso a la Universidad. Análisis y propuestas de mejora*. Congreso Internacional XVII INGEGRAF - XV ADM Sevilla 2005. Publicado en Libro de Actas. Santiago Álvarez Garrote; Gaspar Fernández San Elías.

- Comunicación: *Infografías sobre Cubiertas*. Congreso Internacional XVIII INGEGRAF - XV ADM Sitges 2006. Autores: Saúl Cenador; Mar Palacio Bango; Gaspar Fernández San Elías.

- Ponencia: *Puentes de Leonardo Da Vinci*. Congreso Internacional XVIII INGEGRAF - XV ADM Venecia 2010. Autores: Jesús Alonso Trigueros, (UPM); Andrés Luis Romera Zarza (UPM); Gaspar Fernández San Elías (ULE).

SISTEMA DE MEJORA CONTÍNUA DE RECURSOS DIDÁCTICOS EN LAS ASIGNATURAS DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA.

7. ANEXO I

A1.1. EXPERIENCIA PROFESIONAL Y ACADÉMICA DE LOS AUTORES. RELACIONADAS CON EL ARTÍCULO.

Gaspar Fernández San Elías

- 24 años de actividad profesional en la empresa automovilística FASA-RENAULT en trabajos relacionados como coordinador de Oficina Técnica [Dirección de Ingeniería] en Medios de Fabricación para el Lanzamiento de Nuevos Modelos de Vehículos.
- Participación en los Grupos de Trabajo de Normalización de INGEGRAF en coordinación con AENOR.
- Organización y Dirección de la IV Olimpiada de Dibujo Técnico de Castilla y León. Y participación en las anteriores.

- Dirección y Realización de la Cartografía del Proyecto de Investigación *"Arqueológica del Castro de los Judíos"*. Puente Castro. León. Desde el año 1998.
- Premio a la Innovación en la Enseñanza. Consejo Social de la Universidad de León. 2002.
- Doctor por la Universidad de Córdoba. Tesis: *"La Cabrera Alta. Geometría del Paisaje Histórico, Artístico y Cultural"*. Sobresaliente Cum Laude.
- Profesor Titular de Universidad.
- Coordinador del Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Universidad de León; (22años).
- Coordinador de la Materia de Dibujo Técnico II para las P.A.U por la Comunidad de Castilla y León; (19 años).
- Director de Departamento de Tecnología Minera, Topográfica y de Estructuras. Universidad de León.

Andrés Luis Romera Zarza

- Ejercicio de la Profesión Libre [durante 40 años] realizando Proyectos de Obras Lineales (Ferrocarriles y Carreteras), Estaciones de Depuración de Aguas Residuales y Potables, Redes de Abastecimiento de Aguas y Residuales. Puentes. Pasos Inferiores. Urbanizaciones. Depósitos de Abastecimiento de aguas Enterrados y Elevados. Informes Técnicos. Evaluaciones de Impacto Ambiental. Trabajos de Topografía.
- Doctor Ingeniero de Caminos por la Universidad Politécnica de Madrid. ETSI Caminos, Canales y Puertos.
- Profesor Titular de la asignatura de Sistemas de Representación de la Escuela Superior de Ingeniería Civil. (UPM).
- Miembro del proyecto I+D+i "Desarrollo de asignatura de Dibujo Técnico y Sistemas de Representación para la plataforma *"Open Course Ware"* de libre acceso universal".
- Profesor del Master oficial de la UPM "Técnicas experimentales avanzadas en ingeniería civil" impartiendo la asignatura "Sistemas de Información Geográfica de Ingeniería Civil.
- Subdirector de la Escuela Superior de Ingeniería Civil. (UPM)
- Cruz de la Orden del Mérito Civil. Ministerio de Asuntos Exteriores. Julio 2013.

- Medalla de Honor. Asociación Española de la Carretera. Junio 2016.
- Miembro de diferentes grupos de investigación.

Otros coautores

Alegre Fidalgo, Paulino (UVI)

(Diputación de Salamanca)

Alonso Fernández-Copell, Ignacio
(USAL)

da Silva Moreira, Rui Antonio
(U. AVEIRO)

Alonso Trigueros, Jesús
(UPM)

Dávila Rodríguez, Gonzalo
(USAL)

Álvarez Garrote, Santiago
(UVA)

de Amaral Monteiro Ramos, Antonio
Manuel

Álvarez Pascual, Eliseo (ULE)

(U. AVEIRO)

de Oliveira Simoes, José António

(U. OPORTO)

Andreu Moia Pol
(IB)

Empresa colaboradora de la ULE
a.referencia

Barros Ruiz, José Luis
(ULE)

(Santiago de Compostela)

Bayón Vera, Santiago
(Ayuntamiento de Salamanca)

Fernandes dos Santos, José Mario
(U. OPORTO)

Blanco Álvarez, David
(ULE)

Fernández Sánchez, Ismael
(EPSA)

Fernández Sánchez, Gaspar
(ING)

Campello Vicente, Héctor
(UMH)

Fernández Sánchez, Juan
(ULE)

Casasola Fernández, María Isabel
(UPM)

Fraile Fernández, Fernando Jorge
(ULE)

Castro Sastre, Ana Isabel
(ULE)

Gámez Martínez, Juan Luis
(UPV)

Clérigo de Santiago, Jorge
(UVA)

García Gago, Jesús M^a
(USAL)

Clérigo Pérez, Zacarías
(UVA)

García Núñez, Ricardo
(USAL)

Colom Muntaner, Guillem
(IB)

Gonzalez Bernardo, Francisco
(ULE)

Cortés de la Rosa, Torcuato

Jordá Villaplana, Amparo
(UPV)
José Ignacio Álvaro González
(UC)
López Montesinos, José Luis
(ULE)
Madrid de la Fuente, Carmen
(UCAV)
Marcos Martínez, Victoria
(ULE)
Marcos Robles, José Luis
(UVA)
Marín Bueno, Juan Pedro
(UPM)
Martín Puebla, Amparo
(UVA)
Martínez García, Miriam
(UPM)
Martínez García, Rebeca
(ULE)
Melgarejo Romero, Cristóbal
(UMH)
Menéndez Fernández, Marta
(ULE)
Merino Fernández, José Luis
(UPM)
Morer Camo, Paz
(TECNUN)
Moya Hernán-Gómez, Ángel
(UPM)
Ortiz Sanz, Luis
(UVA)
Palacio Bango, Mar
(ULE)
Pérez Chamizo, Rafael
(UPM)

Pérez Fernández, Ana Sofía
(UVA)
Pérez Fuster, Joaquín
(UPV)
Pérez Garcia, Cristina
(UPV)
Prádanos Valle, Miriam
(UVA)
Rodríguez Méndez, Francisco Javier
(USAL)
Rafael Rodríguez-Galindo Diez
(UN)
Rodríguez Pérez, José Ramón
(ULE)
Rodríguez Rodrigo, Rubén
(USAL)
Rueda Rieu, Juan Manuel
(UVA)
San Millán Vallina, María Ángeles
(UVA)
Sánchez Martín, Nilda
(USAL)
Senabre Blanes, Carolina
(UMH)
Ugidos Carrera, José Manuel
(ULE)
Valero Verdú, Sergio
(UMH)
Valle Feijoo, Miryam Elena
(ULE)
Vañó Galiana, Francisco
(UPV)
Vaquero Blanco, Ángel
(USAL)
Viejo Diez, Julio
(ULE)

8. ANEXO II: PUBLICACIONES

A-1. PUBLICACIONES EN LA EMPRESA FASA-RENAULT

Sistemas de Mantenimiento Continua en la Industria del Automóvil. Autor: Gaspar Fernández San Elías. Ingeniería de Montaje. Enero 1983. Valladolid.

A-2. PUBLICACIONES PERSONALES Y CON OTROS PROFESORES DE LA UNIVERSIDAD LEÓN (ULE)

Curso Práctico de Dibujo Técnico y Sistemas de Representación. Gaspar Fernández San Elías; Universidad de León (ULE) ISBN: 84-8498-757-4. 1997.

Dibujo Técnico y Sistema de Representación. Autores: Gaspar Fernández San Elías, J. Luis de la Madrid Vadillo y Fernando Jorge Fraile. ISBN: 84-8416-589-2. Editan: Los autores.

Sistema de Planos Acotados y sus Aplicaciones al Dibujo Topográfico. Autor: Gaspar Fernández San Elías. ISBN: 84-8498-758-2. 1997. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica y Cartografía. Universidad de León. Campus de Ponferrada. Autor: Gaspar Fernández San Elías y Eliseo Álvarez Pascual. ISBN: 84-922817-6-8. 1998. Edita: Asociación de Investigación.

Solucionario del curso práctico de Aplicaciones Topográficas. Autor: Gaspar Fernández San Elías. ISBN: 84-699-0169-9. 1999. Edita: Asociación de Investigación.

Fundamentos del Sistema Diédrico. Autor: Gaspar Fernández San Elías. ISBN: 84-922817-4-X. D.L.: LE-855-1999. Edita: Asociación de Investigación: Instituto de Automática y Fabricación. Unidad de Imagen. Universidad de León.

Curso Práctico de Geometría descriptiva y Aplicaciones Topográficas. La Escuela Técnica y Superior de Ingenieros Agrónomos de Ponferrada. U. de León. Autor: José Ramón Rodríguez Pérez, Gaspar Fernández San Elías. ISBN: 84-922817-5-8. D.L.: LE-1542-99. Edita: Asociación de Investigación.

Curso Teórico Práctico del Sistema de Planos Acotados y Aplicaciones Topográficas. Autor: Fernández, Gaspar. ISBN: 84-8498-758-2. D.L.: LE-1702-99. Edita: Asociación de Investigación.

Solucionario de Aplicaciones Topográficas. CD virtual y transparencias. Autor: Gaspar Fernández San Elías. ISBN: 84-699-0169-9. D.L.: LE-1651-1999. Edita: Asociación de Investigación. Universidad de León.

Problemas y Aplicaciones Diédricas. Autor: Gaspar Fernández San Elías. ISBN: 84-931846-4-O. D.P.: LE-1600-2002. Edita: Asociación de Investigación.

Curso teórico-práctico de Dibujo Técnico II. Autor: Gaspar Fernández San Elías. ISBN: 84-931846-9-1. 2003. Edita: Asociación de Investigación.

Sistema Acotado. Problemas y Aplicaciones. Autor: Gaspar Fernández San Elías. ISBN: 84-931846-6-7. D.L.: LE-515-2004. Edita: Asociación de Investigación.

Vistas y Visualización de Formas. Autor: Gaspar Fernández San Elías. ISBN: 84-7063-315-5. D.L.: LE-1213-2004. Edita: Editorial Donostiarra.

Curso teórico-práctico de Geometría Descriptiva. Autor: Gaspar Fernández San Elías; et alter. ISBN: 84-689-4766-0. 2005. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica para Ingeniería Aeronáutica. Autores: Gaspar Fernández San Elías; José Luis de la Madrid Vadillo; Fernando Jorge Fraile Fernández; Victoria Marcos Martínez; José Luis Barros Díez. ISBN: 978-84-612-9834-I. D.L.: LE- 509-09. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica para Grados de Ingeniería. Autores: Fernández San Elías, Gaspar; De la Madrid Vadillo, José Luis; Fraile Fernández, Fernando Jorge; Barros Ruiz, José Luis; Marcos Martínez, Victoria. ISBN: 978-84-614-3648-4. D.L.: LE-1375-2010. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica II. Grados de Ingeniería. Autores: Fernández San Elías, Gaspar (ULE); De la Madrid Vadillo, José Luis; Fraile Fernández, Fernando Jorge; Marcos Martínez, Victoria; Barros Ruiz, José Luis. ISBN: 978-84-614-7859-O. D.L.: LE-421-2011. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación para Ingeniería. Universidad de León. Autores: Fraile Fernández, Fernando Jorge; Marcos Martínez, Victoria; De la Madrid Vadillo, José Luis; Barros Ruiz, José Luis; Martínez García, Rebeca; Ugidos Carrera, José Manuel; Fernández San Elías, Gaspar. ISBN: 978-84-617-9. D.L.: LE-809-2014. Edita: Asociación de Investigación.

A-3. PUBLICACIONES CONJUNTAS CON OTRAS UNIVERSIDADES NACIONALES

Curso Práctico de Dibujo Geométrico. Autores: José Ignacio Álvaro González, Universidad de Cantabria (UC); Gaspar Fernández San Elías, (ULE). ISBN: 84-605-1484-6. Depósito Legal: SA-527-1994.

Curso Práctico de Geometría Descriptiva para Escuelas de Arquitectura Técnica. Autores: Gaspar Fernández San Elías, (ULE); Francisco Javier Rodríguez Méndez, Universidad de Salamanca (USAL). ISBN: 84-8498-756-6. 1997. Editan: Los autores.

Geometría Descriptiva. E. Arquitectura Técnica. Zamora. Universidad de Salamanca. Autores: Gaspar Fernández San Elías, (ULE); Francisco Javier Rodríguez Méndez, (USAL). ISBN: 84-699-1762-5. Depósito Legal: LE-1543-1999. Edita: Asociación de Investigación. Universidad de León.

Curso Teórico Práctico de Ingeniería Gráfica. Universidad de Salamanca. Campus de Zamora. Autores: Ángel Vaquero Blanco (USAL); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 84-931846-8-3. D.L.: LE-1543-99. Edita: Asociación de Investigación.

Curso Práctico de Geometría Descriptiva y Aplicaciones Topográficas. Escuela de Arquitectura. Campus de Zamora. Universidad de Salamanca. Autores: Francisco Javier Rodríguez Méndez (USAL); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 84-922-8117-6-6. D.L.: LE-1543-1999. Edita: Asociación de Investigación. Universidad de León.

Curso Teórico Práctico de Expresión Gráfica. Universidad C. Ávila (UCAV). Autores: Carmen Madrid de la Fuente, (UCAV); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 84-933321-0-0. Edita: Asociación de Investigación.

Geometría Descriptiva. Sistema Diédrico.: Teoría y Problemas. Tomo I. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Campus de Palencia. Universidad de Valladolid. Autores: Clérigo Pérez, Zacarías (UVA); Fernández San Elías, Gaspar (ULE); Marcos Robles, José Luis (UVA); Martín Puebla, Amparo (UVA); ISBN: 84-931846-1-6. D.L.: LE-18001-2001. Edita: Asociación de Investigación. Universidad de León.

Geometría Descriptiva y Aplicaciones Topográficas. Escuela de Arquitectura Técnica. Campus de Zamora (USAL). Autores: Francisco Javier Rodríguez Méndez (USAL); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 84-689-4767-9. 2005. Edita: Asociación de Investigación.

Curso Teórico Práctico de Expresión Gráfica II. Ingeniería Industrial. Universidad Politécnica de Valencia. Autores: Silvestre Manuel Valor Gisbert (UPV); Antonio Pérez Rodríguez (UPV); Gaspar Fernández San Elías. ISBN: 978-84-611-5064-9. D.L.: LE-468-06. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación. Ejercicios Prácticos. Universidad Politécnica de Madrid. Autores: Jesús Alonso Trigueros, (UPM); Andrés Luis Romera Zarza, (UPM); José Luis Merino Fernández, (UPM); Gaspar Fernández San Elías, (ULE). ISBN: 84-611-3258-O. D.L.: LE-1714-06. Edita: Asociación de Investigación.

Curso Teórico Práctico de Dibujo Técnico Para Ingeniería Agrícola. Universidad de Salamanca. Autores: Ángel Vaquero Blanco (USAL) y Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 84-931846-9-1. D.L.: LE-467-06. Edita: Asociación de Investigación.

Curso Teórico Práctico de Expresión Gráfica I. Autores: Silvestre Manuel Valor Gisbert Universidad Politécnica de Valencia (UPV) ; Antonio Pérez Rodríguez(UPV); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 84-611-2303-4. D.L.: LE-1566-06. Edita: Asociación de Investigación.

Caminos Silenciosos. Vías Pecuarias: Un Patrimonio a Conservar. Autores: Santiago Bayón Vera (Ayuntamiento de Salamanca); Zacarías Clérigo Pérez (UVA); Torcuato Cortés de la Rosa (Diputación de Salamanca); Gaspar Fernández San Elías (ULE); José Luis Marcos Robles (UVA). ISBN: 978-84-611-5067-5. D.L.: LE-305-2007. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación. Ejercicios Teórico Prácticos Para Escuelas De Arquitectura. Autores: Guillem Colom Muntaner (IB); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 978-84-611-9465-O. D.L.: LE-1750-2007. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica. Problemas Teórico Prácticos. Campus Tecnológico de la Universidad de Navarra (TECNUN); Autores: Paz Morer Camo, (TECNUN); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 978-84-611-9857-3. D.L.: LE-1814-07. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica y Cartográfica. U.C. Ávila. Autores: Carmen Madrid de la Fuente, (UCAV); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 978-84-612-0456-4. D.L.: LE-1947-07. Edita: Asociación de Investigación.

Sistema Diédrico Directo. Teoría y Problemas. Escuela de S. de Ingenieros. Universidad de Valladolid (UVA). Autores: Santiago Álvarez Garrote (UVA); Gaspar Fernández San Elías(ULE); Andrés Luis Romera Zarza (UPM); José Luis Barros Ruiz (ULE); Victoria Marcos Martínez (ULE);

Juan Fernández Sánchez (ULE). ISBN: 978-84-612-7142-9. D.L.: LE-1940-2008. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación. Ejercicios Prácticos Curso 2008-09. Universidad Politécnica de Madrid. Autores: Jesús Alonso Trigueros (UPM); Andrés Luis Romera Zarza, (UPM); José Luis Merino Fernández, (UPM); Juan Pedro Marín Bueno, (UPM); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 978-84-612-7882-2. D.L.: LE-2033-08. Edita: Asociación de Investigación.

Diseño Asistido Por Ordenador. Problemas Teórico Prácticos. Campus Tecnológico de la Universidad de Navarra (TECNUN). Autores: Paz Morer Camo, (TECNUN); Gaspar Fernández San Elías, (ULE). ISBN: 978-84-612-2173-8. D.L.: LE-490-2008. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica y D.A.O. II. U.C. Ávila. Autores: Carmen Madrid de la Fuente, (UCAV); Gaspar Fernández San Elías, (ULE). ISBN: 978-84-612-2174-5. D.L.: LE-582-09. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación. Ejercicios Prácticos 2ª Parte. Curso: 2008-2009. Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Autores: Jesús Alonso Trigueros, (UPM); Andrés Luis Romera Zarza, (UPM); José Luis Merino Fernández, (UPM); Juan Pedro Marín Bueno, (UPM); Gaspar Fernández San Elías, (ULE). ISBN: 978-84-612-9835-8. D.L.: LE-692-09. Edita: Asociación de Investigación.

Geometría Descriptiva. Sistema Diédrico: Teoría y Problemas. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Campus *La Yutera*, Palencia. Universidad de Valladolid. Autores: Clérigo Pérez, Zacarías (UVA); Fernández San Elías, Gaspar (ULE); Marcos Robles, José Luis (UVA); Martín Puebla, Amparo (UVA); Palacio Bango, Mar (ULE). ISBN: 978-84-613-40717-9. D.L.: LE-1546-2009. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación Aplicados a las Artes Plásticas. Universidad de Salamanca. Autores: García Núñez, Ricardo (USAL); Fernández San Elías, Gaspar (ULE). ISBN: 978-84-613-4717-9. D.L.: LE-1642-2009. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación. Ejercicios Prácticos 1ª Cuatrimestre Curso 2009-2010. Autores: Jesús Alonso Trigueros (UPM); Andrés Luis Romera Zarza (UPM); José Luis Merino Fernández (UPM); Juan Pedro Marín Bueno (UPM); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 978-84-613-5511-2. D.L.: LE-1699-2009. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación del Espacio. Ingeniería de Edificación. Escuela de Arquitectura. Illes Balears. Autores: Guillen Colon Muntaner (IB); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 978-84-613-4735-3. D.L.: LE-1609-2009. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica Para Grado de Ingeniería en Diseño Industrial. Autores: Pérez Fuster, Joaquín, (UPV); Jordá Villaplana, Amparo (UPV); Pérez Rodríguez Antonio (UPV); Fernández San Elías, Gaspar (ULE). ISBN: 978-84-614-3649-1. D.L.: LE-1372-2010. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica Para Grado de Ingeniería Mecánica. Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Autores: Pérez Fuster, Joaquín, (UPV); Gámez Martínez, Juan Luis, (UPV); Fernández San Elías, Gaspar (ULE). ISBN: 978-84-614-3647-7. D.L.: LE-1373-2010. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación. Prácticas Curso 2009-2010. Universidad Politécnica de Madrid. Autores: Jesús Alonso Trigueros (UPM); Andrés Luis Romera Zarza (UPM), José Luis Merino Fernández (UPM); Juan Pedro Marín Bueno (UPM); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 978-84-613-8137-1. D.L.: LE-275-2010. Edita: Asociación de Investigación.

Geometría Descriptiva. Fundamentos del Sistema Acotado. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid
Marcos Robles, José Luis; Pérez Fernández, Ana Sofía; Martín Puebla, M^a Desamparados; Fernández San Elías, Gaspar. Edita: Gaspar Fernández San Elías. ISBN 13: 978-84-613-7546-2. Edición 1^a. Fecha edición: 01/2010.

Dibujo Técnico para Escuelas de Ingeniería. Autores: Fernández San Elías, Gaspar (ULE); Palacio Bangó, Mar (ULE); Pérez Fernández, Ana Sofía (UVA); Romera Zarza, Andrés Luis (UPM). ISBN: 978-84-613-8138-8. D.L.: LE-276-2010. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica para Grados de Ingenierías Agrarias. Campus de Palencia. Universidad de Valladolid. Autores: Alonso Fernández-Copell, Ignacio (USAL); Clérigo Pérez, Zacarías (UVA); Fernández San Elías, Gaspar (ULE); Marcos Robles, José Luis, (UVA); Ortiz Sanz, Luis, (UVA); Rueda Rieu, Juan Manuel, (UVA); San Millán Vallina, María Ángeles, (UVA);. ISBN: 978-84-614-3650-7. D.L.: LE-1371-2010. Edita: Asociación de Investigación.

Expressió Gràfica. Universitat de les Illes Balears. Escola Superior de Enginyeria. Autores: Andreu Moia Pol (IB); Gaspar Fernández San Elías (ULE). ISBN: 978-84-613-8135-7. D.L.: LE-277-2010. Edita: Asociación de Investigación.

Curso Teórico Práctico de Expresión Gráfica para Grados de Ingeniería. Campus de Bejar. Universidad de Salamanca. Autores: Dávila Rodríguez, Gonzalo (USAL); Fernández San Elías, Gaspar (ULE). ISBN: 978-84-614-4512-7. D.L.: LE-1517-2010. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica para Grados de Ingenierías Eléctrica y Química. Campus de Alcoy. Autores: Pérez Fuster, Joaquín, (UPV); García Ripoll, Pilar, (UPV); Vañó Galiana, Francisco, (UPV);

Fernández San Elías (ULE), Gaspar. ISBN: 978-84-614-3651-4. D.L.: LE-1374-2010. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación I. Teoría y Problemas. Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Autores: Casasola Fernández, María Isabel, (UPM); Martínez García, Miriam, (UPM); Moya Hernán-Gómez, Ángel, (UPM); Pérez Chamizo, Rafael, (UPM); Fernández San Elías, Gaspar (ULE). ISBN: 978-84-615-3553-8. D.L.: LE-1085-2011. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica II. Grado de Diseño en Ingeniería Industrial. Universidad Politécnica de Valencia. Campus de Alcoy. Autores: Pérez Fuster, Joaquín, (UPV); Jordá Villaplana, Amparo, (UPV); Pérez Rodríguez, Antonio, (UPV); Fernández San Elías, Gaspar (ULE); Álvarez Garrote, Santiago (UVA). ISBN: 978-84-614-7853-3. D.L.: LE-423-2011. Edita: Asociación de Investigación.

Curso Teórico Práctico de Geometría Descriptiva. Ingeniería de la Edificación. Escuela Politécnica Superior de Zamora. García Gago, Jesús M^a, (USAL); Fernández San Elías, Gaspar (ULE). ISBN: 978-84-615-3933-8. D.L.: LE-1150-2011. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica. Universidade de Vigo. Autores: Alegre Fidalgo, Paulino; Fernández San Elías (ULE), Gaspar. ISBN: 978-84-615-3931-4. D.L.: LE-1151-2011. Edita: Asociación de Investigación.

Expresión Gráfica. Grado de Ingeniería Mecánica. Escuela Politécnica Superior de Zamora. Universidad de Salamanca. Autores: Vaquero Blanco, Ángel, (USAL); Rodríguez Rodrigo, Rubén, (USAL); Fernández San Elías, Gaspar (ULE). ISBN: 978-84-615-3932-1. D.L.: LE-1152-2011. Edita: Asociación de Investigación.

Topología de Conjuntos Cinemáticos. CD Virtual Interactivo. Autores: Fernández San Elías, Gaspar; López Montesinos, José Luis; Fernández Sánchez, Ismael; Marcos Martínez, Victoria; Blanco Álvarez, David; Castro Sastre, Ana Isabel. ISBN: 978-84-615-4534-6. D.L.: LE-1274-2011. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación II. Teoría y Problemas. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil, Universidad Politécnica de Madrid. Autores: Alonso Trigueros, Jesús; Romera Zarza, Andrés Luis; Merino Gonzáles, José Luis; Fernández Ordóñez, David; Fernández San Elías, Gaspar (ULE); Marcos Martínez, Victoria (ULE). ISBN: 978-84-615-7513-8. D.L.: LE-406-2012. Edita: Asociación de Investigación.

Aplicaciones de la Expresión Gráfica para el Grado de Ingeniería Mecánica. Universidad Politécnica de Valencia. Autores: Joaquín Pérez Fuster; Amparo Jordá Vilaplana; Gaspar

Fernández San Elías (ULE). ISBN: 978-84-616-0111-0. D.L.: LE-1000-2012. Edita: Asociación de Investigación.

Sistemas de Representación Para la Edificación. Universitat de les Illes Balears: Colom Montaner. Universidad de Salamanca: Guillem García Núñez, Ricardo. Universidad de León: Fernández San Elías, Gaspar (ULE). ISBN: 978-84-617-1626-5. D.L.: LE-798-2014. Edita: Asociación de Investigación.

Curso Teórico Práctico de Dibujo Técnico para Grados de Ingeniería. Universidad de Elche, Miguel Hernández: Senabre Blanes, Carolina; Campello Vicente, Héctor; Melgarejo Romero, Cristóbal; Valero Verdú, Sergio. Universidad de Salamanca: García Núñez, Ricardo; Universidad de León: Fernández San Elías, Gaspar. ISBN: 978-84-695-7341-9. D.L.: LE-64-2015. Edita: Asociación de Investigación.

A-4. PUBLICACIONES INTERNACIONALES

Desenho Técnico. Universidad de Aveiro, Portugal. Autores: José António de Oliveira Simoes; Rui Antonio da Silva Moreira; Gaspar Fernández San Elías; Fernando Jorge Fraile Fernández. ISBN: 84-609-9106-7. 2006. Edita: Asociación de Investigación.

Geometria e Projetação. Estudos Práticos. Universidad de Oporto, Portugal. Autores: Fernandes dos Santos, José Mario [Escuela Superior de Arte y Diseño de Oporto]; Fernández San Elías, Gaspar [Universidad de León]. ISBN: 978-84-616-1175-1. D.L.: LE-1213-2012. Edita: Asociación de Investigación.

Desenho Técnico. Exercícios Teórico-Práticos. Universidad de Aveiro, Portugal. Autores: Rui Antonio da Silva Moreira; Antonio Manuel de Amaral Monteiro Ramos; José António de Oliveira Simoes; Victoria Marcos Martínez; Fernando Jorge Fraile Fernández; Gaspar Fernández San Elías.

A-5. PUBLICACIONES EN REVISTAS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADAS CON LA TESIS DOCTORAL

Geometrías del Asentamiento y de Evolución de las Estructuras Compositivas de la Iglesia de Pozos. La Cabrera Alta. (León-España). De Arte, 9, 2010, pp.213 -234. ISSN: 1696-0319.

Tipologías Arquitectónicas singulares en La Cabrera Alta integradas en el paisaje antrópico del noroeste Hispánico: Patrimonio Cultural. De Arte. pp.213-234. ISSN:1696-0319 2012

Geometría de un paisaje histórico, artístico y cultural. La Cabrera Alta. (León, España). ISBN: 987-84-613-4717-9. 2015.

A-6. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Dirección y Realización de la Cartografía del Proyecto de Investigación *“Arqueológica del Castro de los Judíos”*. Puente Castro. León. Desde el año 1998.

A-7. PUBLICACIONES EN CURSO

- Traducción a los idiomas de inglés y portugués de la publicación: *Sistema Acotado. Problemas y Aplicaciones*.

- Desenho Tecnico II. Universidad Politécnica de Aveiro.

- Estudio Teórico-Práctico para las Asignaturas de Expresión Gráfica de la Escuelas Superiores de Minas de las Universidad de Silesia y Cracovia, amabas en Polonia.

- Expresión Gráfica y Cartográfica para la Escuela Técnica Superior de Agrícolas de Ourense.

- Prácticas de Expresión Gráfica. Geometría Métrica, Sistema Diédrico, Dibujo Técnico. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Valladolid.

¿SON AÚN NECESARIOS LOS PROGRAMAS CAD 2D EN EL ÁMBITO DE LA INGENIERÍA Y LA ARQUITECTURA?

Aranzazu Fernández-Vázquez¹

1) Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación, EINA, Universidad de Zaragoza,
Calle María de Luna nº 3, 50018, Zaragoza, Zaragoza

*aranfer@unizar.es

RESUMEN

La docencia en el campo de la expresión gráfica en la ingeniería se ha venido complementando desde los años 90 con la enseñanza de programas CAD 2D, con Autocad como referencia fundamental. Pero en los últimos tiempos se viene discutiendo, tanto en el ámbito docente como en el profesional, la idoneidad de plantear la enseñanza de la expresión gráfica a través de programas 3D sin pasar por el filtro previo de un programa de dibujo 2D.

Esta circunstancia se ha visto reforzada por varias iniciativas que promueven el uso de programas MBD y BIM , apoyándose en directivas europeas y alentado por las compañías proveedoras de este software, además sensiblemente más caro que el 2D, y por tanto de más difícil acceso tanto para profesionales independiente como para empresas de tamaño medio.

En este contexto, este estudio pretende debatir si es o no aún necesario proporcionar formación a los estudiantes de ingeniería en programas de dibujo 2D, ya que existen fuentes de información sólo está disponible en este formato y ramas o salidas profesionales para las cuales el uso de programas 3D resulta poco eficiente, o si este conocimiento debe impartirse previamente a la universidad.

PALABRAS CLAVE: Docencia, Expresión gráfica, Cad 2D, BIM, MBD

1. ANTECEDENTES

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN Y EXPRESIÓN GRÁFICA

La definición de Expresión gráfica podría ser el arte de comunicar ideas mediante el dibujo. Si nos ajustamos al campo de la ingeniería, esa comunicación se realiza cumpliendo una serie de códigos y normas que regulan el lenguaje gráfico para que la información sea comprensible por cualquier agente implicado.

En el campo de la ingeniería y la arquitectura, las ideas a comunicar generalmente se concretan en forma de proyecto, y en éstos la parte gráfica es generalmente muy importante, tanto en por esfuerzo que conlleva como por el volumen de información que contiene.

Durante mucho tiempo la gestión de proyectos en ingeniería y arquitectura se ha realizado por partes, agrupando la documentación por lotes diferenciados que se trabajaban de forma coordinada pero separada, en programas diferentes y por parte de agentes en algunos casos también distintos. De este modo, la parte documental escrita se gestionaba mediante un procesador de textos, la parte económica y temporal se desarrollaba mediante programas de presupuestos y gestión. Y la parte gráfica se desarrollaba mediante programas de dibujo 2D, si bien es cierto que desde hace más de una década se trabaja en muchos casos directamente en programas de modelado en 3D, a partir de los cuales se obtienen los planos correspondientes.

DOCENCIA DE PROGRAMAS CAD EN EXPRESIÓN GRÁFICA

En concordancia con las necesidades formativas necesarias para una adecuada preparación de los estudiantes, en las Áreas de la Expresión gráfica en la ingeniería de prácticamente todas las universidades se implantó hace ya más de dos décadas la enseñanza de programas de CAD dentro del currículo formativo.

Esta enseñanza se desarrolla generalmente mediante clases prácticas tutorizadas dentro de la asignatura de Expresión Gráfica de los primeros cursos de las titulaciones, vinculadas o no, según el caso, al resto de prácticas de esa asignatura. Dado lo escaso del tiempo existente para la materia a impartir, la enseñanza de estos programas se ha concentrado en el 2D, a pesar de que muchos de ellos ofrecen la posibilidad de trabajar en 3D, dejándose el trabajo en 3D para cursos posteriores, dentro de asignaturas específicas que en muchos casos son optativas. Esta circunstancia se acentuó debido a la potencia de equipos que exigían los programas 3D, lo que encarecía sensiblemente la posibilidad de trabajo en 3D.

La docencia de programas CAD 2D en las universidades españolas se ha centrado además, en la parte relacionada con desarrollo de planos y proyectos, en un solo programa, AutoCad, que se ha constituido en España com el estándar aceptado por todos, sobre todo en el campo de la edificación y obra civil.

2. SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad sin embargo existen presenta importantes respecto al momento en que se implantó la docencia de programas de CAD en 2D. Para empezar, la potencia de los equipos que manejan programas de dibujo es muy superior a la de hace pocos años, y son mucho más baratos, de modo que prácticamente cualquier equipo doméstico puede gestionar adecuadamente un programa de modelado en 3D.

En segundo lugar, los propios programas de modelado han evolucionado hacia herramientas más complejas que integran no solo la parte gráfica, sino que en muchos casos proponen una nueva forma de trabajo en la que el proyecto puede desarrollarse a través de un único programa que gestiona toda la documentación del proyecto, de modo que cualquier cambio en la parte gráfica de éste se refleja automáticamente en el gestor documental, modificando los costes económicos o los cálculos estructurales para adecuarse a las variaciones propuestas.

Esto en edificación se lleva a cabo a través de programas BIM (Building Information Modeling, o Modelado con Información para la Construcción), y en el campo de la ingeniería se está implementando a través de MBD (Model-Based Definition o Definición Basada en el Modelo).

3. IMPLICACIONES DEL USO DE BIM Y MDB

VENTAJAS DEL TRABAJO CON MODELOS BIM Y MBD

La potencia de BIM y MDB y una de sus principales ventajas, es la posibilidad de gestionar gran cantidad de información de un modo muy eficiente y coordinado, lo que evita errores e incongruencias que muchas veces aparecen en proyectos desarrollados mediante varias herramientas en paralelo.

Otra ventaja indudable es la posibilidad de desarrollar todo el contenido de un proyecto a través de un único programa, evitando incómodos trasvases de información e intercambios de archivos en los que, desgraciadamente, parte de la información suele perderse.

Por último, es evidente que el modelado 3D permite una mejor visualización de resultados, y que su potencia comunicativa y expresiva es muy superior a la de herramientas 2D convencionales.

DESVENTAJAS DEL TRABAJO CON MODELOS BIM Y MDB

Un problema de estas herramientas es el un muy alto nivel de definición que exigen del producto, edificio o modelo desde las fases iniciales, pues toda la información está interconectada y es necesaria para generar el resto de documentación. Aunque esto puede dejarse para fases posteriores, se propone al usuario desde el principio un nivel de definición alto, que es necesario para el desarrollo final, pero que en fases muy iniciales puede ser contraproducente, pues decisiones adoptadas para avanzar en el modelo pero que carecen de una razón realmente justificada pueden permanecer en el proyecto hasta el final.

Otro inconveniente es su complejidad de manejo, ya que la estructura del proyecto debe definirse desde un principio para optimizar su rendimiento. Ello los hace mucho menos intuitivos y exige un mayor conocimiento técnico previo que los programas 2D, que se de este modo aparecen como un posible paso previo antes de enfrentarse a la complejidad del 3D.

Si planteamos la versatilidad de estas herramientas, debe señalarse que BIM y MBD son muy específicos para campos concretos, edificación en el primer caso e industrialización y fabricación en el segundo. Y esta especificidad va en detrimento de la versatilidad profesional de herramientas menos completas pero más polivalentes como las de dibujo en 2D.

Considerando una relación coste-beneficio equilibrada, debe además señalarse que muchos campos de desarrollo de la actividad profesional (levantamiento de croquis para informes gestión de información georeferenciada o geolocalizada o planeamiento urbanístico), el empleo de herramientas BIM y MBD implica un esfuerzo que no reporta beneficios tangibles frente al uso de herramientas 2D con alguna pequeña implementación 3D,.

¿EXISTE CAMPO AÚN PARA LAS HERRAMIENTAS DE DIBUJO 2D?

En la actualidad, la pujanza de las herramientas BIM o MBD aún no implica la desaparición de las de 2D, lo que parece tener sentido considerando el proceso de expresión gráfica como un proceso de comunicación, pues parece necesario trabajar con elementos de comunicación sencillos antes de afrontar mayores complejidades. Por ello, no se considera que estas puedan considerarse prescindibles en el corto plazo, pero si aparece una nueva cuestión para reflexionar,

que es si el campo en el que debe impartirse la enseñanza de programas 2D es la Universidad, o esa formación debería proporcionarse en la educación secundaria.

SOSTENIBILIDAD EN DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTO. APLICACIÓN A UN CASO DE ESTUDIO

José Luis Santolaya Sáenz^{1*}, Enrique Lacasa Ferrer¹, Anna María Biedermann¹, Hippolyte Amaveda Metonou²

1) Dpto. de Ingeniería de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza,
C/ María de Luna 3, 50018, Zaragoza, Zaragoza

2) Dpto. de Ciencia y Tecnología de Materiales y Fluidos, Universidad de Zaragoza,
C/ María de Luna 3, 50018, Zaragoza, Zaragoza

*jlsanto@unizar.es

RESUMEN

La aplicación de criterios de sostenibilidad en desarrollo de producto era, en el pasado, solo una pequeña parte de la política oficial de las empresas, pero es actualmente, una de las más importantes estrategias de innovación. Además de la protección medioambiental, la sostenibilidad contempla el impacto social y económico de la actividad industrial con el objetivo de lograr una integración completa en el entorno, proporcionar un beneficio económico y satisfacer las necesidades de los usuarios de acuerdo a la capacidad de los recursos.

Este trabajo propone la utilización de una metodología que aplica criterios de sostenibilidad en proyectos de diseño y desarrollo de producto y cuantifica sus efectos a través de indicadores adecuados como el calentamiento global, el valor añadido y el número de horas de trabajo. La colaboración con una compañía del sector metalúrgico ha permitido llevar a cabo, en este caso, el rediseño de un contenedor isoterma utilizado en transporte de alimentos y proponer un producto con indicadores de sostenibilidad mejorados.

PALABRAS CLAVE: Diseño de producto, indicador de sostenibilidad, inventario de producción

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace varias décadas las iniciativas ecológicas y los modelos productivos basados en el concepto de desarrollo sostenible, son considerados con interés por parte de los gobiernos, en particular, de la Unión Europea, donde se han establecido metas y especificaciones de cumplimiento obligatorio. En el ámbito del diseño de producto, las Directivas Europeas [1, 2] indican que gran parte de la carga ambiental de un producto o servicio se define en el momento de diseñarlo, hecho que, sin duda, da lugar a un nuevo desafío en el campo del diseño que se concibe como una herramienta estratégica de innovación, capaz de satisfacer las necesidades humanas y empresariales y atender, a la vez, a los problemas ambientales y sociales.

De acuerdo con estos desafíos, la metodología de eco-diseño tiene como objetivo reducir el impacto ambiental de los productos. Para ello, se basa en el análisis de todas las etapas que forman parte del ciclo de vida del producto (ACV), lo que incluye desde la extracción de recursos hasta la disposición del producto al final de su vida útil. Sin embargo, un diseño de producto sostenible no consiste en tener en cuenta solamente el impacto ambiental. La sostenibilidad se compone de tres dimensiones: la medioambiental, la económica y la social [3]. Con el fin de evaluar la sostenibilidad de un producto en esta triple línea de acción, se introduce un nuevo marco de trabajo [4-6], en el que se pretende evaluar todos los impactos y beneficios que intervienen y estimular, a la vez, los procesos de innovación. Si bien, la valoración de la dimensión ambiental está ampliamente extendida, la valoración de las dimensiones económica y social está todavía en proceso de desarrollo. Este trabajo pretende seleccionar indicadores adecuados para evaluar la sostenibilidad del producto durante su etapa de producción.

2. METODOLOGÍA

Para lograr el desarrollo de un producto más sostenible se propone un método de operación basado en las siguientes fases:

- 1) Identificación de todas las entradas y salidas asociadas al proceso de producción;
- 2) Evaluación de métricas e indicadores en las tres dimensiones de la sostenibilidad;
- 3) Rediseño de producto aplicando criterios de sostenibilidad.

A continuación, se obtiene el inventario de producción del producto rediseñado y se evalúa su sostenibilidad. Finalmente, se presentan comparativamente los resultados obtenidos.

3. CASO DE ESTUDIO

Se ha llevado a cabo el rediseño de un contenedor isoterma utilizado en el transporte y almacenamiento de comida. En la Figura 1 se muestra la composición y características de este producto. Los materiales utilizados en la fabricación son: acero galvanizado, en la estructura principal, poliestireno de alto impacto (HIPS), en la pared exterior, material compuesto de poliestireno y fibra de vidrio (PS+FG), en la pared interior, poliuretano (PU) como aislante térmico, caucho, PVC y poliestireno (PS), para fabricar el resto de componentes.

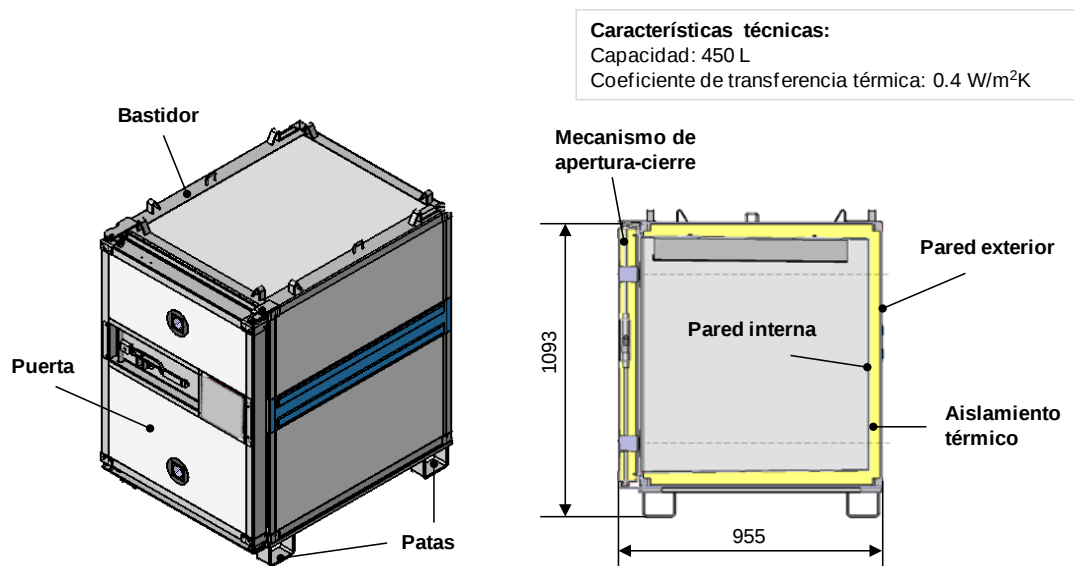


Figura 1. Contenedor isoterma. Componentes y características.

Teniendo en cuenta los datos proporcionados por el fabricante, el análisis de entradas y salidas que intervienen en la fabricación de una unidad de producto, permite obtener la cantidad de material desechado, la energía consumida en el proceso y los costes de producción. Se observa que el porcentaje de residuos generados en el proceso es muy bajo, que las operaciones con mayor consumo de energía son las de corte por láser y soldadura de la estructura y que los costes más elevados se deben a la adquisición de materia prima. Todas las métricas e indicadores de sostenibilidad se resumen en la Tabla 2.

Teniendo en cuenta las especificaciones que ha de cumplir el producto, se proponen una serie de alternativas (A) para el rediseño de cada parte del contenedor. Estas alternativas se comparan con el diseño inicial (D_i) en la Tabla 1. Las estrategias de sostenibilidad aplicadas en este caso fueron: la reducción de materiales a través del uso de piezas más pequeñas y optimizadas en

algunas partes de la estructura del contenedor y la selección de materiales de bajo impacto, cambiando materiales sintéticos por materiales orgánicos como la fibra de lino.

Parte del contenedor		Materia prima	Especificaciones		E (Kw·s)	M (Kg)	E99 (mPt)
Bastidor/ Otros componentes	Di	Acero galv.	Resistencia mecánica (MPa)	275	4756	47.8	14384
	A	Acero galv.		275	4714	45.1	13721
Pared exterior	Di	HIPS	Resistencia al impacto (KJ/m2)	3-12	-	9.42	1130.4
	A	PP		4-20	-	8.57	1028.4
Pared interior	Di	PS+FG	Compatibilidad alimentaria	Ok	-	9.74	1003.2
	A	PS+Fibra de lino		Ok	-	8.91	908.8
Aislamiento térmico	Di	PU	Conduct. térmica (Kcal/h·m·K)	0.034	160	6.45	1354.5
	A	Fibra de lino		0.033	0	3.75	112.5
Burlete de puerta	Di	PVC	Dureza (Shore A)	65-95	-	0.22	22
	A	Caucho		45-90	-	0.17	20.4

Tabla 1. Rediseño del contenedor isoterma.

Las alternativas propuestas tienen un impacto ambiental más reducido, medido a través del E99 [7]. Destaca, en particular, la mejora en el aislamiento térmico, donde el E99 se reduce un 91%. Métricas ingenieriles e indicadores del contenedor rediseñado se resumen en la Tabla 2. Los costes de materias primas se reducen un 7% debido principalmente al uso de fibra de lino y la producción anual se incrementa un 3.6% debido al reducido tiempo de montaje del nuevo aislamiento térmico respecto al tiempo de inyección del poliuretano.

Métricas	Masa (Kg)	Volumen (m³)	Energía (Kw·s)	Material des. (%)	Coste mat. primas (€)	Producción anual
Inicial	74.7	0.76	4938.5	0.69	616.5	2365
Rediseño	67	0.76	4846.5	0.7	573.5	2450
Indicadores	Ambiental		Económica		Social	
	GW (Kg CO ₂)	E99 (pt)	VA (€)	EE (€/pt)	Horas de trabajos	Salario por hora (€/h)
Inicial	202.87	17.9	45.4	2.54	1.78	10.2
Rediseño	149.9	15.8	88.6	5.61	1.71	10.8

Tabla 2. Métricas e indicadores de sostenibilidad.

Si se comparan los indicadores de sostenibilidad del contenedor inicial y del rediseñado, se observa que las emisiones de CO₂ se reducen un 26% y el eco-indicador 99, se reduce un 7%; valor añadido y eco-eficiencia experimentan un incremento muy notable y los indicadores sociales una mejora en torno al 5%. En la realización de estos cálculos, se ha supuesto que los

ingresos por ventas y que el número de trabajadores no varía. Puesto que se logra reducir el impacto ambiental, aumentar el beneficio económico de la empresa y mejorar los indicadores sociales, el contenedor rediseñado es más sostenible.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se propone una metodología de desarrollo sostenible de producto y se aplica en el proceso de rediseño de un contenedor. Se evalúan las dimensiones ambiental, económica y social utilizando una serie de métricas e indicadores, con los que además, se pretende facilitar la comunicación de resultados.

Puesto que la aplicación de esta metodología se centra en la fase de fabricación del producto, los flujos de materiales, energía y dinero, intercambiados por la instalación productiva, se analizan y evalúan con detalle. La utilización, en este caso, de materiales con menor impacto ambiental así como la reducción de materiales, ha permitido proyectar un contenedor que satisface las especificaciones iniciales y tiene mejores indicadores de sostenibilidad. En particular, se ha logrado reducir E99 un 7%, el valor añadido se ha incrementado un 95% y el salario de un operario por hora y unidad de producto fabricado se incrementa un 5%.

5. REFERENCIAS

- [1] Decision nº 1600/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 22 July 2002 laying down the Sixth Community Environment Action Programme.
- [2] Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products.
- [3] UNCED, Agenda 21, United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, June 1992.
- [4] Kloeppfer W (2007). Life-cycle based sustainability assessments as part of LCM. In 3rd International Conference on Life Cycle Management, Zurich, Switzerland, August.
- [5] Finkbeiner M, Schau EM, Lehmann A, Traverso M (2010). Towards life cycle sustainability assessment. Sustainability 2: 3309-3322.

- [6] Valdivia S, Ugaya CML, Hildenbrand J, Traverso M, Mazijn B, Sonneman G (2013). A UNEP/SETAC approach towards a life cycle sustainability assessment-our contribution to Rio+20. *International Journal of Life Cycle Assessment* 18: 1673-1685.
- [7] Goedkoop M, Spriensma R (2000). The eco-indicator 99. A damage oriented method for life cycle impact assessment. Methodology report. PRé Consultants BV, Amersfoort, The Netherlands.

VISUAL THINKING, EL EMPLEO DE RECURSOS GRÁFICOS PARA OPTIMIZAR NUESTROS PROYECTOS.

Rosana Sanz-Segura¹, Carlos Romero-Piqueras²

1) 2) Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación. Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza. c/ María de Luna 3, 50018, Zaragoza.

1) rsanz@unizar.es - 2) carlos.romero@unizar.es

RESUMEN

El pensamiento visual, o *Visual Thinking*, nos permite transformar datos, conceptos o ideas a priori complejas o difícilmente digeribles, en información fácil y comprensible mediante el uso de recursos visuales. La representación gráfica es, por tanto, la base de ésta filosofía.

Conocer las herramientas de representación visual necesarias, ayuda a retener las ideas, hacen posible una comunicación efectiva y presenta la información de tal manera que se entienda completamente.

Sin embargo, el empleo de metáforas visuales o mapas de ideas, no tiene como aplicación única asegurar una comunicación memorable. La exposición gráfica facilita la actividad constructiva, la resolución de problemas y es utilizado como técnica creativa en la generación de ideas más innovadoras.

El ámbito educativo necesita incorporar estas disciplinas para ayudar al alumno a pensar y a filtrar la información y todo el conocimiento que está a su alcance, diferenciando aquello que es importante y necesario para materializar las ideas y asentar el conocimiento. Una herramienta para plasmar procesos secuenciales, visualización de servicios y un medio de resolución de problemas durante el proceso creativo.

PALABRAS CLAVE: Visual Thinking, mapas de ideas, creatividad, educación.

1. INTRODUCCIÓN

El dibujo es una actividad innata en el ser humano. Al contrario de lo que se acostumbra a pensar, la habilidad manual no es un factor esencial para aprender a dibujar (Edwards, 1984), se requiere el empleo del cerebro de una forma diferente a como acostumbramos habitualmente, y aprender como éste procesa la información visual.

La técnica del pensamiento visual, o *visual thinking*, radica en la representación gráfica de cualquier problema mediante su simplificación en elementos fácilmente reconocibles. Parte de un mensaje claro: cualquier cosa puede ser explicada con dibujos sencillos y universales (Edwards, 1984).

El uso y aplicación de herramientas visuales garantiza la memorabilidad desde el punto de vista del mensaje a comunicar, ayuda a retener las ideas y asegura un lenguaje común entre todos los miembros de una reunión. De igual forma, se trata de un recurso susceptible de ser empleado como técnica de generación de ideas, que facilite la exploración y experimentación durante el proceso creativo, estableciendo conexiones nuevas entre sí, no obvias a priori y que anteriormente hubieran sido pasadas por alto.

2. APLICACIONES

A continuación presentamos las principales aplicaciones del Visual Thinking:

Organizar la información. Ésta jerarquización puede realizarse en función del valor de la información, es decir, de su importancia relativa. El tiempo es un valor que se ordena secuencialmente. Una historia es una forma de organizar la información en el tiempo. Cualquier aspecto que se pueda organizar de acuerdo con su valor puede ser dispuesto a lo largo de un intervalo que abarca un rango de menos importante a más importante.

Agrupar la información. Recoger la información en categorías basadas en similitudes y diferencias, de acuerdo a lo que es o lo que no lo es, es selectivo. El método operativo para organizar la información en grupos es la comparación.

Estructurar la información. Organiza la información de acuerdo con sus conexiones e interdependencias. Un mapa, por ejemplo, es un esquema de organización estructural que ayuda a determinar dónde hay una cosa en relación con su entorno. El método operativo para organizar la información por la estructura es relación. Basado en un determinado contexto, las relaciones

y las conexiones se pueden explorar para dar cuerpo a una comprensión holística de un sistema mayor.

3. TIPOS DE REPRESENTACIONES GRÁFICAS

Dentro del campo del visual thinking, encontramos una serie de recursos o representaciones gráficas consolidadas y validadas. El empleo de una solución u otra depende, tal y como hemos explicado anteriormente, de la aplicación y uso que deseemos darle a la información o contenido a tratar.

Diagramas y mapas mentales: son representaciones de carácter analítico y lógico que permiten representar relaciones entre palabras, ideas, tareas, conceptos dispuestos radialmente entorno a ideas o palabras clave (Buzan, 2013), (Tufte, 1997).

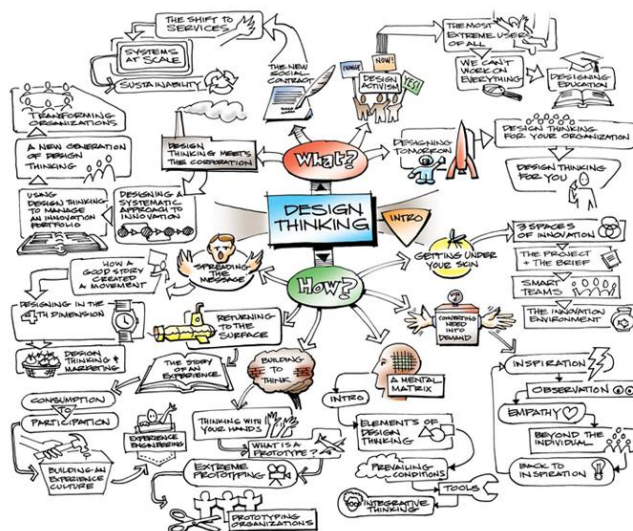


Figura 1. Mapa mental Design Thinking, Tim Brown.

Storyboard: conjunto de dibujos mostrados de forma secuencial con la finalidad de entender una historia, su carácter es secuencial y emocional. Tradicionalmente utilizado en la industria del cine pero cada vez más popular en la presentación de productos, publicidad y educación, (Hart, 2008).

Procesos: los procesos de carácter lógico pueden ser representados mediante técnicas secuenciales que establecen relaciones a su vez entre sus partes. Un ejemplo de ello es el caso del *customer journey*, el trayecto (*journey*) que sigue una persona en un servicio o en la

interacción con un producto. En este tipo de representaciones se pueden visualizar aspectos como las emociones que vive el usuario en función del punto del proceso en el que se encuentre (Vivas, 2015).

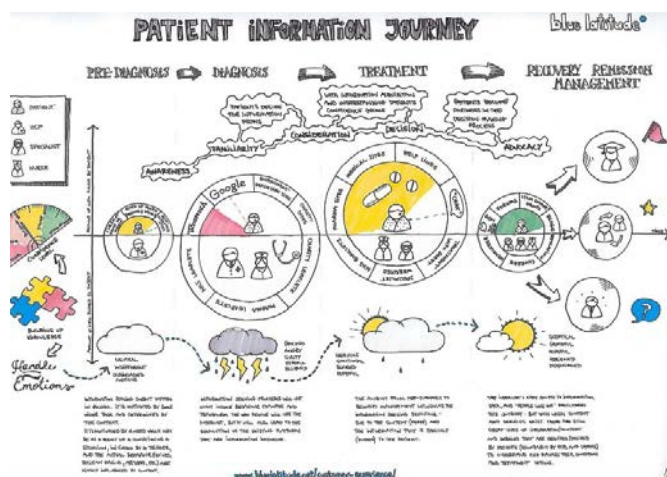


Figura 2. Journey, Blue Latitude.

Modelo: Por modelos entendemos a las representaciones de tipo exploratorio y emocional, cómo es el caso de los bocetos de diseño de producto o croquis ejecutados a mano alzada.

4. APLICACIÓN AL PROYECTO DE DISEÑO

Aunque las investigaciones existentes en el ámbito del Visual Thinking se pueden resumir en las representaciones descritas en el punto anterior, éstos pueden ser combinados de infinitas formas (Álvarez, 2014) con el fin de adecuarlos a la naturaleza de cada proyecto.

El proyecto de diseño abarca una serie de fases imprescindibles para realizar un planteamiento claro y estructurado desde su inicio y que facilitan una adecuada gestión del mismo. A lo largo de un proceso de diseño tipo, intervienen distintas herramientas de diversa naturaleza, en formato de exploración, análisis, generación de ideas y prototipado. En el siguiente gráfico, se toma como origen los criterios de Álvarez en la jerarquización de información, para proponer una solución visual de cada una de las herramientas empleadas en el proyecto de diseño.

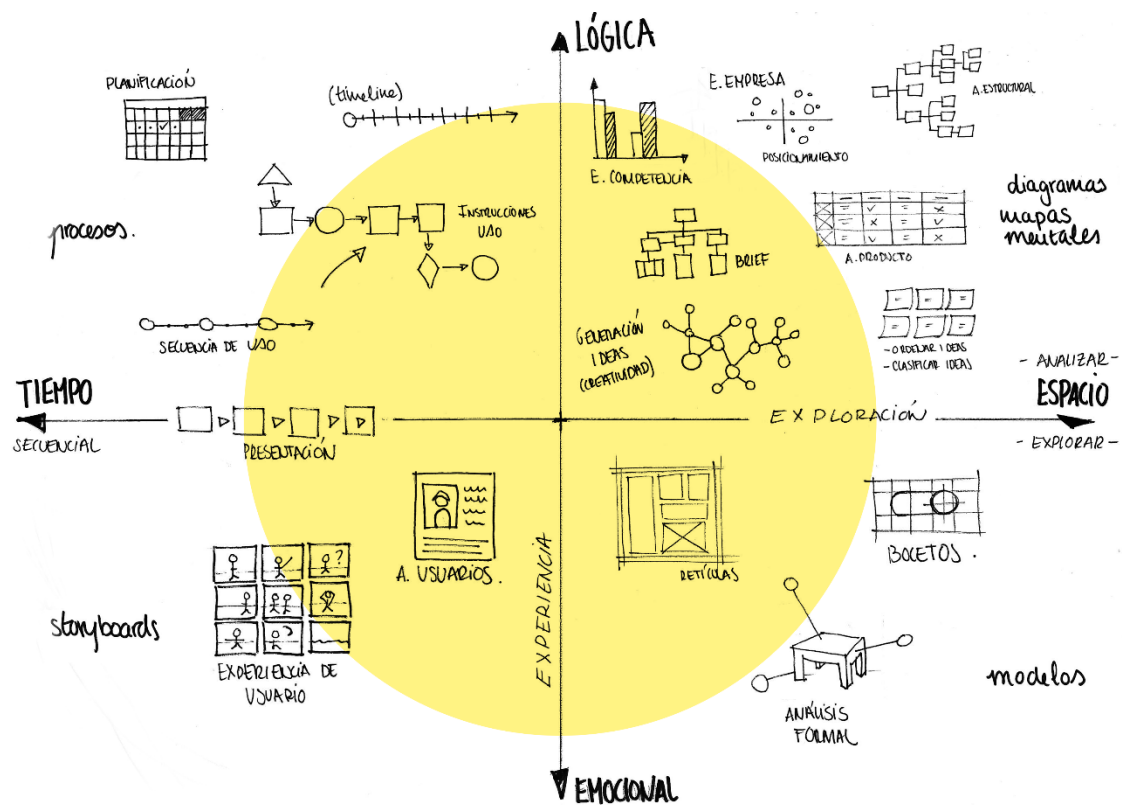


Figura 3. Propuesta de aplicación al proyecto de diseño, elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

Nuestras manos están directamente conectadas con nuestro pensamiento, por ello el dibujo es un medio de expresión directo, rápido y barato. Pensar e idear es una tarea más efectiva cuando se realiza sobre un papel en blanco. La propia acción de dibujar, transforma y permite la evolución de cualquier tipo de idea.

Las herramientas de Visual Thinking ayudan a estructurar y organizar los pensamientos, datos aprendidos y recopilados. El Visual Thinking es una palanca para dinamizar reuniones de trabajo facilitando la comunicación y el entendimiento de grupos.

El desarrollo de productos, servicios y otras problemáticas complejas pueden ser abordadas desde el Visual Thinking facilitando la visualización de lo complejo y las relaciones establecidas.

El apoyo visual de las historias se ha verificado como un potente transmisor de mensajes en publicidad y educación.

6. REFERENCIAS

1. ALVAREZ, Jorde. Design It. *Introducción al pensamiento visual*. ITA, Instituto Tecnológico de Aragón. 2014.
2. COSTA, Tony. *Journey mapping best practices*. Cambridge. Forrester research. Inc. 2014.
3. EDWARDS, Betty. *Aprender a dibujar con el lado derecho del cerebro: un método garantizado*. 1984.
4. HART, John. *The art of the storyboard: storyboarding for film, TV, and animation*. McGraw Hill Professional, 1999. ROAM, Dan. *Tu mundo en una servilleta*. Grupo Planeta (GBS), 2010.
5. SIBBET, David. *Pensamiento visual: cómo potenciar la innovación en equipo mediante gráficos, pósitos y mapas de ideas*. Conecta, 2012.
6. TUFTE, Edward R.; WEISE MOELLER, E. *Visual explanations: images and quantities, evidence and narrative*. Cheshire, CT: Graphics Press, 1997.
7. VIVAS, Rafael. *Visualizamos*. ITA, Instituto Tecnológico de Aragón. Taller Visual Thinking. 2015
8. WARE, Colin. *Visual thinking: For design*. Morgan Kaufmann, 2010.

