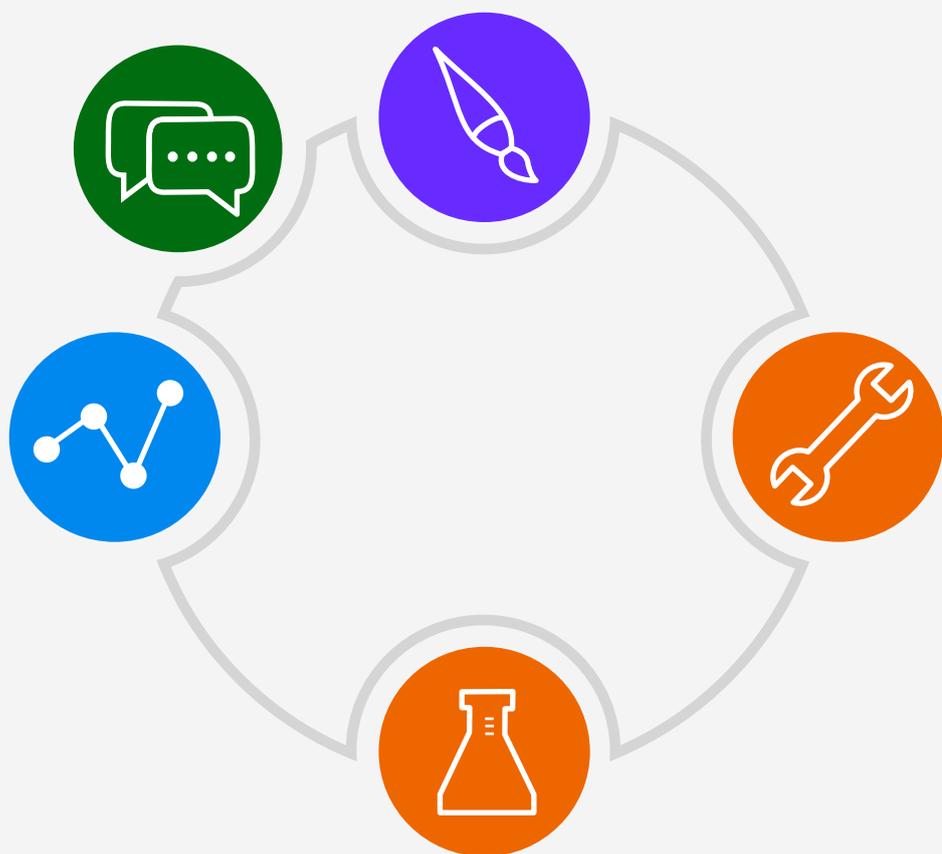


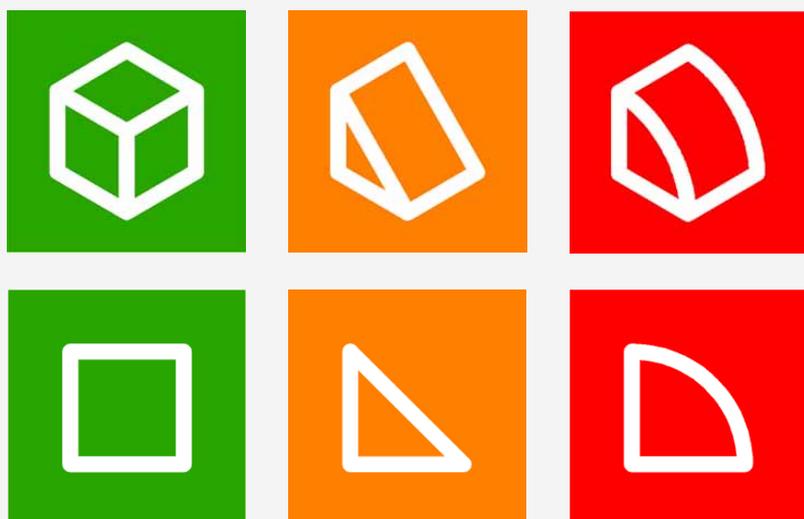
Aplicación de tecnologías gráficas avanzadas como elemento de apoyo en los procesos de enseñanza/aprendizaje del dibujo, diseño y artes plásticas.



Jorge de la Torre Cantero

Directores:

Dr. Manuel Contero González
Dr. Jose Luis Saorín Pérez



Valencia, Noviembre 2013

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Departamento de Ingeniería Gráfica

*Aplicación de
Tecnologías Gráficas
Avanzadas como
elemento de apoyo en los
procesos de enseñanza-
aprendizaje del dibujo,
diseño y artes plásticas*

Tesis Doctoral

Jorge de la Torre Cantero

Directores:

Dr. Manuel Contero González
Dr. Jose Luis Saorín Pérez

Valencia, Noviembre 2013

A toda mi familia,

A mi madre,

por ser mi referente, por su fuerza, orgullo,

por todo

A mis hermanas,

porque les debo mucho

A mis hijos,

porque los adoro y me iluminan la vida

A mi mujer,

por compartir su vida conmigo

por su apoyo y su cariño.

Mi tesoro

Agradecimientos

A Manuel Contero y Jose Luis Saorín,

Directores de esta tesis, por haberme ofrecido la posibilidad de realizar este trabajo. Por todo lo que me han enseñado y por ser referentes en mi investigación.

A todos mis compañeros del Departamento de Expresión Gráfica en la
Universidad de La Laguna,

en especial a Norena Martín Dorta, por su apoyo y colaboración incondicional, y a Carlos Carbonell Carrera, por sus ánimos constantes, su colaboración y por ser ejemplo de entereza ante la adversidad.

A todos los profesores y alumnos que han participado en las
experiencias realizadas en este trabajo de investigación,

por su entusiasmo, dedicación, gentileza y tolerancia al permitirme entrar en sus aulas para poder llevar a cabo el trabajo de campo.

A los revisores externos,

por su atenta lectura y sus sugerencias de mejora.

Aplicación de Tecnologías Gráficas Avanzadas como elemento de apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje del dibujo, diseño y artes plásticas.

Resumen:

Los procesos de enseñanza-aprendizaje del “dibujo” están muy condicionados por las herramientas gráficas empleadas. En los últimos años, han surgido diversas tecnologías y nuevos contextos educativos (Espacio Europeo de Educación, educación on-line, ..) que plantean grandes retos en el campo de la enseñanza del “dibujo”. Al mencionar las Tecnologías Gráficas Avanzadas (TGAs) se hace referencia, a aquellas que pueden tener impacto en la enseñanza. En el contexto específico de la enseñanza del dibujo, diseño y artes plásticas, dentro de estas tecnologías existen unas con mayor potencialidad por sus posibilidades gráficas. Entre ellas, están la realidad aumentada, las tabletas digitales o los smartphones. Además, la evolución y mayor accesibilidad de otras tecnologías como el modelado 3D o los eBooks multimedia, permiten diseñar recursos educativos con unas posibilidades gráficas inimaginables hace apenas unos años.

En este trabajo de tesis se han diseñado nuevos recursos didácticos mediante el uso de tecnologías gráficas avanzadas dirigidas a la enseñanza de dibujo, diseño y artes plásticas. Dicho material se ha probado en distintos centros y niveles educativos (Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), Bachiller, Formación Profesional y Grados Universitarios.) para evaluar aspectos, como por ejemplo: mejora de competencias, habilidades espaciales, influencia en la elección de estudios, mejora académica, grado de satisfacción con la metodología y la tecnología empleada. También, se estudian aspectos sugeridos por el nuevo espacio europeo de la educación como favorecer la autonomía del alumno, el trabajo en grupo, la tutorización, el aprendizaje informal.

A nivel general, los trabajos de esta tesis están estructurados en dos partes. La primera que gira en torno a un taller de modelado 3D para el análisis y la representación de las formas y la segunda que gira en torno al uso de las tabletas digitales en la enseñanza del dibujo. Estas dos dimensiones de la tesis, están interrelacionadas ampliamente, ya que una parte importante de la tecnología aplicada al taller de modelado, está basada en tabletas digitales. La metodología general empleada, para la elaboración de contenidos educativos, sigue un proceso de diseño incremental centrado en el usuario, en el sentido de que dichos contenidos son evaluados y validados a través de experiencias prácticas con los usuarios finales, que en este caso son profesores y alumnos.

En esta tesis se detallan los diseños de materiales, las experiencias realizadas y las conclusiones obtenidas en las variables estudiadas.

Aplicació de Tecnologies Gràfiques Avançades com a element de suport en els processos d'ensenyança-aprenentatge del dibuix, disseny i arts plàstiques.

Resum:

Els processos d'ensenyança-aprenentatge del "dibujo" estan molt condicionats per les ferramentes gràfiques emprades. En els últims anys, han sorgit diverses tecnologies i nous contextos educatius (Espai Europeu d'Educació, educació online,..) que plantegen grans reptes en el camp de l'ensenyança del "dibujo". Al mencionar les Tecnologies Gràfiques Avançades (TGAs) es fa referència, a aquelles que poden tindre impacte en l'ensenyança. En el context específic de l'ensenyança del dibuix, disseny i arts plàstiques, dins d'estes tecnologies hi ha unes amb major potencialitat per les seues possibilitats gràfiques. Entre elles, estan la realitat augmentada, les pastilles digitals o els smartphones. A més, l'evolució i major accessibilitat d'altres tecnologies com el modelatge 3D o els eBooks multimèdia, permeten dissenyar recursos educatius amb unes possibilitats gràfiques inimaginables fa a penes uns anys.

En este treball de tesi s'han dissenyat nous recursos didàctics per mitjà de l'ús de tecnologies gràfiques avançades dirigides a l'ensenyança de dibuix, disseny i arts plàstiques. El dit material s'ha provat en distints centres i nivells educatius (Ensenyança Secundària Obligatòria (AIXÒ) , Batxiller, Formació Professional i Graus Universitaris.) per a avaluar aspectes, com per exemple: millora de competències, habilitats espacials, influència en l'elecció d'estudis, millora acadèmica, grau de satisfacció amb la metodologia i la tecnologia emprada. També, s'estudien aspectes suggerits pel nou espai europeu de l'educació com afavorir l'autonomia de l'alumne, el treball en grup, la tutorizació, l'aprenentatge informal.

A nivell general, els treballs d'esta tesi estan estructurats en dos parts. La primera que gira entorn d'un taller de modelatge 3D per a l'anàlisi i la representació de les formes i la segona que gira entorn de l'ús de les pastilles digitals en l'ensenyança del dibuix. Estes dos dimensions de la tesi, estan interrelacionades àmpliament, ja que una part important de la tecnologia aplicada al taller de modelatge, està basat en pastilles digitals. La metodologia general emprada, per a l'elaboració de continguts educatius, segueix un procés de disseny incremental centrat en l'usuari, en les sentit que dites continguts són avaluats i validats a través d'experiències pràctiques amb els usuaris finals, que en este cas són professors i alumnes.

En esta tesi es detallen els dissenys de materials, les experiències realitzades i les conclusions obtingudes en les variables estudiades.

Applying Advanced Graphic Technologies as a support in the teaching-learning process of drawing, design and visual arts.

Abstract:

The teaching-learning process of "drawing" are very conditioned by the graphical tools used. In the last few years, various new technologies and educational contexts (European Space Education, Education Online, ..) have appeared, which pose great challenges in the field of teaching "drawing". By mentioning the Advanced Graphics Technologies (TGAs) we are referring to those that may have impact on teaching. In the specific context of teaching drawing, design and visual arts there are some technologies within them with more potential due to their graphical capabilities. Among them are augmented reality, digital tablets or smartphones. Moreover, developments and increased accessibility of other technologies such as 3D modeling or multimedia eBooks, allow designing educational resources with some graphical capabilities unimaginable just a few years.

In this thesis work we have designed new teaching resources by using advanced graphics technology targeted at the teaching of drawing, design and visual arts. This material has been tested in different centers and educational levels (Compulsory Secondary Education (ESO), Bachelor, Vocational Training and University Degrees.) To evaluate aspects such as: improving skills, spatial skills, influence on the choice of studies, academic improvement, satisfaction with the methodology and technology used. Aspects suggested by the new European education has been also studied, as promoting learner autonomy, group work, mentoring, informal learning.

In general, the work of this thesis is structured in two parts. The first revolves around a 3D modeling workshop for the analysis and representation of forms and the second around the use of digital tablets in teaching drawing. These two dimensions of the thesis, are widely interrelated, since an important part of the technology applied to modeling workshop is based on digital tablets. The general methodology used for the development of educational content, design process follows a user-centric incremental in the sense that its contents are evaluated and validated through practical experiences with the end users, which in this case are teachers and students.

This thesis details the design of materials, experiences and conclusions made in the variables studied.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	21
1.1 Ámbito y justificación de esta tesis.....	21
1.2 Antecedentes.....	22
1.3 Objetivos de esta tesis.....	23
1.4 Contribuciones de esta tesis.....	24
1.5 Actuaciones realizadas y material desarrollado en el marco de esta tesis.....	25
1.6 Metodología y plan de trabajo.....	31
1.7 Estructura de esta tesis.....	33
1.8 Proyectos de investigación, artículos publicados, ponencias presentadas en congresos y proyectos de innovación educativa como consecuencia de la realización de esta tesis.....	35
MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.....	40
2.1 Tecnologías Gráficas Avanzadas (TGAs).....	40
2.1.1 Introducción.....	40
2.1.2 Nuevos paradigmas del Modelado 3D.....	49
2.1.2.1 Introducción.....	49
2.1.2.2 Trimble SketchUp.....	50
2.1.2.3 Suite Autodesk 123D.....	52
2.1.3 Realidad Aumentada y sus aplicaciones en educación.....	54
2.1.3.1 Introducción.....	54
2.1.3.2 Aumentaty.....	57
2.1.3.3 AR-media.....	58
2.1.4 Tabletas Digitales en los procesos de enseñanza-aprendizaje.....	59
2.1.4.1 Introducción.....	59
2.1.4.2 Historia y evolución de las Tabletas Digitales.....	60
2.1.4.3 Aplicaciones relacionadas con el Dibujo, Diseño y Artes Plásticas para Tabletas Digitales.....	62
2.1.4.4 Visualizadores de Modelos 3D.....	63
2.1.4.5 Modeladores 3D.....	65
2.1.4.6 Dibujo Vectorial.....	66
2.1.4.7 Dibujo Ráster.....	67
2.1.4.8 Dibujo CAD.....	68
2.1.4.9 Visualizadores geoespaciales.....	69
2.1.5 Aplicaciones en Tabletas Digitales relacionadas con la enseñanza.....	69
2.1.5.1 Aplicaciones para creación de entornos de trabajo en grupo.....	70
2.1.5.2 Aplicaciones para la gestión de grupos de trabajo.....	71
2.1.5.3 Aplicaciones para la visualización, anotación y corrección de trabajos.....	72
2.1.5.4 Aplicaciones para acceso remoto.....	73
2.1.6 Libro Electrónico Multimedia.....	75
2.1.6.1 Introducción.....	75
2.2 Diseño y evaluación de materiales de enseñanza y aprendizaje realizados con tecnologías graficas avanzadas.....	77
2.2.1 Introducción.....	77
2.2.2 Consideraciones a tener en cuenta.....	78
2.2.3 Usabilidad.....	81
2.2.4 Mejora del aprendizaje.....	82

2.2.5 Encuestas de opinión y toma de datos.....	83
2.2.6 Competencias.....	84
2.2.6.1 Competencias en los distintos niveles educativos. Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (ISCED).....	84
2.2.6.2 Aproximación a las competencias en la enseñanza secundaria (ISCED 2 e ISCED 3)..	87
2.2.6.3 Aproximación a las competencias en la formación profesional superior (ISCED 5B).	89
2.2.6.4 Aproximación a las competencias en la enseñanza universitaria (ISCED 5A).....	90
2.2.6.5 Aproximación a las competencias de los grados de ingeniería.....	92
2.2.6.6 Aproximación a las competencias en los grados de bellas artes.....	94
2.2.6.7 Relación de la habilidad espacial con los estudios con los estudios de ciencia, tecnología, arte y diseño (STEM/STEAM).....	95
2.2.6.8 Las Habilidades Espaciales y su medición.	98
2.2.6.9 Estrategias de Mejora de las Habilidades Espaciales.	99
2.2.6.10 Aproximación a las competencias del trabajo en grupo y dominio de las TICE abordadas en esta tesis.	100
<i>TALLER 3D PARA EL ANÁLISIS DE LAS FORMAS Y SU REPRESENTACIÓN</i>	<i>101</i>
3.1 Introducción al Taller 3D.	101
3.1.1.Categorización de actuaciones del Taller 3D.....	103
3.1.2 Evolución Temporal del Taller 3D	105
3.2 Rediseño del Taller 3D original.	111
3.3 Taller 3D: Bellas Artes (octubre-noviembre 2010).	116
3.4 Diseño de Entorno Virtual de Aprendizaje para el Taller 3D.	123
3.5 Taller 3D: Ingeniería Electrónica y Automática (noviembre 2010).....	125
3.6 Taller 3D: Colegio Luther King (octubre 2010-enero 2011).	127
3.7 Diseño de un módulo creativo del Taller 3D.	133
3.8 Taller: “De la bidimensión a la tridimensión”. Bellas Artes (noviembre 2010). ...	137
3.9 Taller 3D: IES Geneto (noviembre 2010).	140
3.10 Taller 3D: Ingeniería Marina (marzo de 2011).	142
3.11 Rediseño de los materiales en función de las experiencias realizadas.	145
3.12 Taller: “De la bidimensión a la tridimensión”. Máster de Granada (abril 2011).	147
3.13 Diseño de alternativas digitales a los modelos corpóreos.	148
3.14 Taller 3D: Colegio Nuryana (abril 2011).	153
3.15 Estudio de Usabilidad del Taller 3D.	155
3.16 Uso de distintas tecnologías para el Taller 3D. Bellas Artes (sept. 2011).	160
3.17 Diseño y publicación del Libro del Taller 3D.	164
3.18 Taller 3D: Curso en CEP La Laguna (octubre 2011).	165
3.19 Uso de tecnologías para el Taller 3D. IES La Laboral (diciembre 2011).	168
3.20 Análisis y valoración de distintas interfaces tangibles.	170
3.21 Taller 3D: mejora del aprendizaje. Ingeniería 2011-2012.	174
3.22 Diseño para la implantación en el entorno virtual del Gobierno de Canarias.	177

3.23 Diseño del Taller 3D para Realidad Aumentada en dispositivos móviles.	178
3.24 Comparativa de interfaces tangibles: Luther King (mayo 2012).	179
3.25 Diseño del entorno web para la realización del Taller 3D.	183
3.26 Adaptación del Taller 3D para su realización en Tabletas Digitales.	197
3.27 Diseño de libro del Taller 3D en versión eBook multimedia.	199
<u>TABLETAS DIGITALES</u>	203
4.1 Introducción.	203
4.2 “Tabletas Digitales como recurso didáctico en la enseñanza”. CEP La Laguna (Mayo 2011).	208
4.3 “ <i>Tablet Viz</i> ”: mejora de las habilidades espaciales utilizando Tabletas Digitales. Ingeniería Agrícola (marzo 2012).	210
4.4 Material Didáctico Digital para la realización de prácticas de laboratorio con soporte de Tabletas Digitales. Farmacia (abril 2012).	214
4.5 Tabletas Digitales para la gestión de grupos de trabajo en educación. Ingeniería Agrícola e Ingeniería Informática (abril-mayo 2012).	221
4.6 Tabletas Digitales para la enseñanza de la ilustración de moda. EASD Fernando Estévez (abril 2012).	225
4.7 Tabletas Digitales para la enseñanza de la ilustración gráfica. EASD Fernando Estévez (abril 2012).	229
4.8 Tabletas Digitales para el trabajo gráfico del ingeniero en campo. Ingeniería Electrónica y Automática (octubre 2012).	234
4.9 Diseño de manuales multimedia para la formación de técnicos de mantenimiento aeronáutico (TMA). (Noviembre 2012).	237
<u>CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS</u>	241
5.1 Cumplimiento de objetivos.	241
5.2 Conclusiones del Taller de Modelado 3D.	243
5.3 Conclusiones de las experiencias realizadas con Tabletas Digitales.	245
5.4 Futuros trabajos.	247
<u>REFERENCIAS:</u>	250
<i>Bibliografía</i>	250
<u>ANEXOS</u>	260

Índice de Imágenes

Imagen 1: <i>Ámbito principal de trabajo de esta tesis</i>	22
Imagen 2: <i>Esquema metodología general utilizada en esta tesis</i>	31
Imagen 3: <i>Esquema Metodología general de generación de contenidos</i>	32
Imagen 4: <i>Contexto de uso de tabletas digitales en esta tesis</i>	33
Imagen 5: <i>Tecnologías para el dibujo a lo largo de la historia</i>	40
Imagen 6: <i>Informe Horizon desde 2004 hasta 2008</i>	42
Imagen 7: <i>Informe Horizon desde que aparece la edición K-12 (2009)</i>	42
Imagen 8: <i>Convergencia de tecnologías en las Tabletas Digitales</i>	43
Imagen 9: <i>Tecnologías Gráficas Avanzadas en el contexto de este trabajo de investigación</i>	45
Imagen 10: <i>Dynabook</i>	60
Imagen 11: <i>Apple MessagePad (Newton)</i>	60
Imagen 12: <i>Tablet PC</i>	61
Imagen 13: <i>Asus Eee PC</i>	61
Imagen 14: <i>Galaxy Tab (Samsung) e Ipad (Apple)</i>	62
Imagen 15: <i>Ejemplo de diseño de pregunta y respuesta utilizando una escala Likert tipo smiley</i>	82
Imagen 16: <i>Educación en España según la ISCED. (Fuente: Eurydice 2011)</i>	86
Imagen 17: <i>Educación en España. (Fuente: Ministerio de Educación y Cultura)</i>	86
Imagen 18: <i>Ejemplo de ejercicio del Mental Rotation Test (MRT)</i>	98
Imagen 19: <i>Ejemplo de ejercicio del Diferencial Aptitude test 5 SPATIAL realtions subset (DAT-5-SR)</i>	98
Imagen 20: <i>Esquema metodología de generación de contenidos (descrito en el apartado 1.6)</i>	101
Imagen 21: <i>Iconos actividades de diseño</i>	102
Imagen 22: <i>Iconos experiencias prácticas</i>	102
Imagen 23: <i>Iconos experiencias de análisis</i>	102
Imagen 24: <i>Infografía de la Evolución Temporal del Taller 3D</i>	106
Imagen 25: <i>Taller modulable y escalable</i>	125
Imagen 26: <i>Tiempos medios ejercicios realizados (fases y niveles)</i>	126
Imagen 27: <i>aula de informática del Colegio Luther King</i>	128
Imagen 28: <i>Realizando el Taller 3D (Luther King, curso 2010-2011)</i>	129
Imagen 29: <i>“Polígonos Irregulares” (1965-66) de Frank Stella</i>	133
Imagen 30: <i>ejercicios realizados por los alumnos sin uso de herramientas de modelado 3D</i>	134
Imagen 31: <i>trabajos realizados con la plantilla personalizada del ejercicio de Frank Stella</i>	138
Imagen 32: <i>realizando el Taller 3D (IES Geneto, 2010)</i>	140
Imagen 33: <i>Comparativa de la interfaz antes y después del cambio de posición del enunciado</i>	145
Imagen 34: <i>Modelos de Aluminio a los que se busca Alternativas Digitales</i>	149
Imagen 35: <i>Modelo 3D de la práctica 1.1 en Realidad Aumentada</i>	149
Imagen 36: <i>Interfaz de AR-media Plugin para SketchUp, creando modelos 3D en ra</i>	150
Imagen 37: <i>Modelo 3D en RA creado con AR-media Plugin y modelo 3D en SketchUp</i>	150
Imagen 38: <i>Plantilla SketchUp para la práctica 1.1., a partir del modelo 3D en R.A.</i>	150
Imagen 39: <i>Marca, marcador o tracker utilizado</i>	151
Imagen 40: <i>Manipulación de modelos en Tabletas Digitales con Autodesk iPM Viewer</i>	152
Imagen 41: <i>Explicación de la práctica con RA (Colegio Nuryana, 2011)</i>	154
Imagen 42: <i>Valoración de alternativas digitales a los modelos corpóreos (BBAA, 2011)</i>	161
Imagen 43: <i>Lámina para la realización de los ejercicios de la comparativa de Tecnologías</i>	161
Imagen 44: <i>Profesores utilizando los materiales del Taller 3D (CEP La Laguna, 2011)</i>	166
Imagen 45: <i>Escenas de la experiencia de comparativa de tecnologías (IES La Laboral, 2011)</i>	168
Imagen 46: <i>Resultados cuestionario valoración específica: valores medios</i>	172
Imagen 47: <i>Resultados valoración RA en PC, según entornos educativos</i>	172
Imagen 48: <i>Resultados valoración Tablet as digitales, según entornos educativos</i>	173
Imagen 49: <i>Ejemplos de los ejercicios del Taller, en formato digital y formato papel</i>	175
Imagen 50: <i>Escenas comparativa de Tecnologías sobre Tablet as Digitales (Luther King, 2012)</i>	180
Imagen 51: <i>Formato del ejercicio para la comparativa de tecnologías (Luther King, 2012)</i>	180
Imagen 52: <i>Página de Inicio (Home) de la versión para PC/Mac y de la versión para smartphones del entorno www.anfore3d.com</i>	184
Imagen 53: <i>Menú superior de la web www.anfore3d.com</i>	185

Imagen 54: Páginas: Home y galería de fotos de experiencias realizadas con el taller	185
Imagen 55: Página Requisitos Tecnológicos	186
Imagen 56: Página Ejercicios del Taller 3D: www.anfore3d.com	188
Imagen 57: Página Ayuda: www.anfore3d.com	188
Imagen 58: Página Ejercicios Iniciación, Práctica 1.1: www.anfore3d.com	189
Imagen 59: interfaz de acceso a los ejercicios de la práctica 1.2, Fase de iniciación	190
Imagen 60: Interfaz de acceso a los ejercicios de la práctica 2.1, Fase de perfeccionamiento	190
Imagen 61: Menú del apartado de recursos adicionales	191
Imagen 62: Soluciones, en diversos formatos, De todos los ejercicios del Taller 3D	191
Imagen 63: Menú de módulos adicionales: línea técnica	192
Imagen 64: Menú Módulos Adicionales: Línea Creativa	193
Imagen 65: Menú módulos adicionales: línea miscelánea	194
Imagen 66: Congreso Internacional de Plugin de SketchUp (Madrid, septiembre 2012)	195
Imagen 67: Ejemplo de figuras del taller realizadas con Autodesk Formit	197
Imagen 68: creando las figuras del Taller con Autodesk Formit	198
Imagen 69: Imágenes de la maqueta del libro multimedia del taller 3d	201
Imagen 70: Aplicación de las tabletas digitales en el ámbito de esta tesis	204
Imagen 71: Metodología General	205
Imagen 72: Iconos actividades con tabletas digitales	205
Imagen 73: Infografía evolución temporal acciones con Tablet Digital	205
Imagen 74: Versión del Tablet Viz para iPod Touch o Smartphones	210
Imagen 75: Gestión de grupos de trabajo con TeacherKit	223
Imagen 76: Gestión de grupos de trabajo revisando la evolución de los trabajos	224
Imagen 77: Trabajos de mancha sobre papel	226
Imagen 78: Trabajos de experimentación de Bruno Miguel Loiseau Costa	226
Imagen 79: realizando el "Taller de Creación y Dibujo Digital con iPad y Autodesk SketchBook Pro"	227
Imagen 80: Ejemplos del "Taller de Creación y Dibujo Digital con iPad y Autodesk SketchBook Pro"	227
Imagen 81: Proceso de creación de ilustraciones de Armando Ruiz Yepes	230
Imagen 82: Realizando el "Taller: El iPad como herramienta para la creación de ilustraciones"	231
Imagen 83: Ejemplos del "Taller: El iPad como herramienta para la creación de ilustraciones"	232
Imagen 84: Escenas de la experiencia realizada	235
Imagen 85: Ejemplos realizados en esta experiencia	235
Imagen 86: Portada del Manual de formación Part-147 EASA, módulo 11.10	237

Índice de Tablas

Tabla 1: Actuaciones realizadas	25
Tabla 2: colaboradores externos	29
Tabla 3: Materiales educativos realizados	30
Tabla 4: Participación en proyectos de investigación	35
Tabla 5: Artículos publicados en revistas	35
Tabla 6: Comunicaciones en Congresos y Jornadas	36
Tabla 7: Participación en proyectos de innovación educativa	38
Tabla 8: Coordinación técnica en proyectos fin de carrera y trabajos fin de máster	38
Tabla 9: Tendencias significativas que impulsen la implantaciones de tecnología en contextos educativos para el periodo 2012-2017.	43
Tabla 10: Retos críticos de las instituciones educativas ante la implantación de tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje para el periodo 2012-2017	44
Tabla 11: Tesis doctorales en España que abordan la enseñanza de contenidos asociados al dibujo utilizando tecnologías gráficas avanzadas	45
Tabla 12: Tesis doctorales realizadas por miembros del grupo de investigación DEHAES en las que se utilizan Tecnologías Gráficas	48
Tabla 13: Evolución temporal de desarrollo de la suite Autodesk 123D	52
Tabla 14: Familia de aplicaciones de la suite Autodesk 123D	53
Tabla 15: Entornos/Aplicaciones para la generación de contenidos en Realidad Aumentada	56
Tabla 16: Aplicaciones Gráficas para iPad de utilidad en Dibujo, Diseño y Artes Plásticas	63
Tabla 17: Parámetros a analizar de las aplicaciones estudiadas.	63
Tabla 18: Visualizadores 3D	64
Tabla 19: Modeladores 3D	65
Tabla 20: Dibujo Vectorial	66
Tabla 21: Dibujo Ráster	67
Tabla 22: Dibujo CAD	68
Tabla 23: Visualizadores geoespaciales	69
Tabla 24: Categorías de aplicaciones aplicadas a la enseñanza	70
Tabla 25: Herramientas de espacio en la nube	71
Tabla 26: Herramientas para la gestión docente de grupos	72
Tabla 27: Herramientas para anotación	73
Tabla 28: Herramientas de Acceso Remoto	74
Tabla 29: Evolución del Libro Electrónico	75
Tabla 30: Características de los principales formatos de libros electrónicos	76
Tabla 31: Nativos Digitales e Inmigrantes Digitales, según Prensky	77
Tabla 32: Ejercicios para la medición de mejora del aprendizaje en vistas normalizadas, utilizados en este trabajo de tesis.	83
Tabla 33: Educación Secundaria según la International Standard Classification of Education (ISCED)	85
Tabla 34: Educación Secundaria en España según la International Standard of Education (ISCED)	85
Tabla 35: Educación Post-Secundaria: International Standard Classification of Education (ISCED)	85
Tabla 36: Educación Post-Secundaria en España: International Standard of Education (ISCED)	85
Tabla 37: Inclusión de las competencias en los distintos niveles educativos en España y niveles donde se han realizado acciones	87
Tabla 38: Competencias Clave (Europa) vs Competencias Básicas (España).	88
Tabla 39: Competencias Complementarias en Formación Profesional (ESPAÑA).	90
Tabla 40: Una selección de Competencias dentro del proyecto Tuning Educational Structures in Europe	91
Tabla 41: Posición ordinal de las competencias valoradas por los tres colectivos encuestados en el proyecto Tuning	92
Tabla 42: Asignaturas Obligatorias de 1º a 4º de E.S.O, resaltando las que pueden utilizar el taller de modelado 3D como recurso educativo	95
Tabla 43: Materias obligatorias de bachillerato, resaltando las que pueden utilizar el Taller de Modelado 3D como recurso educativo.	96

Tabla 44: Cursos con Herramientas desarrolladas por DEHAES para la mejora de las Habilidades Espaciales	99
Tabla 45: Cursos realizados con herramientas tecnológicas para la mejora de las Habilidades Espaciales (Grupo DEHAES)	99
Tabla 46: Actividades de Diseño	103
Tabla 47: Actividades de experiencias en centros educativos	103
Tabla 48: Actividades de análisis de grupos de experiencias	104
Tabla 49: Actividades de difusión	104
Tabla 50: Datos principales de la Evolución Temporal del Taller 3D	107
Tabla 51: Actividades realizadas en el programa de entrenamiento del Taller 3D en el curso 2006-07	111
Tabla 52: Materiales del Curso de Modelado 3D con SketchUp curso 2006-2007	112
Tabla 53: Modificación de contenidos en el rediseño	113
Tabla 54: Estructura del curso rediseñado (Modelado 3D con SketchUp)	114
Tabla 55: Materiales del Curso rediseñado de Modelado 3D con SketchUp	115
Tabla 56: Preguntas de valoración del Material del Taller de Modelado 3D	117
Tabla 57: Preguntas de valoración de los Contenidos del Taller de Modelado 3D	118
Tabla 58: Preguntas de valoración de la aplicación Google SketchUp	118
Tabla 59: Preguntas de opinión del taller de modelado	118
Tabla 60: Preguntas de opinión sobre materiales educativos digitales	119
Tabla 61: Temporalización del Taller 3D (BBAA, 2010)	120
Tabla 62: Resultados del pre y post test MRT (BBAA, 2010)	121
Tabla 63: Apariencia del entorno de aula virtual (moodle) con los contenidos del taller	123
Tabla 64: Encuesta de opinión (Luther King, 2011)	129
Tabla 65: Temporalización del Taller 3D (Luther King, curso 2010-2011)	130
Tabla 66: valores medios del pre y post test (Luther King, curso 2010-2011)	130
Tabla 67: p-valores (Luther King, Curso 201-2011)	130
Tabla 68: Encuesta de Satisfacción (Luther King, curso 2010-2011)	131
Tabla 69: Plantilla personalizada para la realización del ejercicio de Frank Stella	135
Tabla 70: Cuestionario valoración material del Taller: "De la bidimensión a la tridimensión (BBAA, 2010)	138
Tabla 71: Puntuaciones medias en pre-test y post-test y ganancias medias (IES Geneto, 2010)	141
Tabla 72: Nivel de significación para el Taller 3D (IES Geneto, 2010)	141
Tabla 73: Puntuaciones medias en pre-test y post-test y ganancias medias (Ingeniería Marina-ULL, 2011)	143
Tabla 74: Nivel de significación para el Taller 3D (Ingeniería Marina-ULL, 2011)	143
Tabla 75: Cuestionario valoración material del Taller: "De la bidimensión a la tridimensión (Máster Granada, 2011)	147
Tabla 76: Porcentaje de ejercicios resueltos correctamente (Colegio Nuryana, 2011)	154
Tabla 77: Distribución de alumnos que participan en el estudio de usabilidad de Taller 3D	155
Tabla 78: Cuestionario de Usabilidad del Taller de Modelado 3D	156
Tabla 79: Cuestionario de Usabilidad de SketchUp	157
Tabla 80: Cuestionario de Opinión de mejoras futuras para el Taller 3D	158
Tabla 81: Valores medios de la valoración global (desviación típica); (BBAA, 2011)	162
Tabla 82: Resumen valores medios de la valoración los contenidos utilizados (BBAA, 2011)	162
Tabla 83: Valores medios de la valoración global (desviación típica); (CEP La Laguna, 2011)	166
Tabla 84: Resumen valores medios de la valoración los contenidos utilizados (CEP La Laguna, 2011)	166
Tabla 85: Valores medios de la valoración global (desviación típica); (IES La Laboral, 2011)	169
Tabla 86: Resumen valores medios de la valoración los contenidos utilizados (IES La Laboral, 2011)	169
Tabla 87: Participantes en las experiencias objeto de análisis y valoración	170
Tabla 88: pregunta sobre Mejora de atención en clase	170
Tabla 89: Pregunta sobre Utilidad e interés de las tecnologías utilizadas	170
Tabla 90: Pregunta sobre facilidad de uso de las tecnologías utilizadas	170
Tabla 91: Resultados cuestionario valoración global (desviación típica)	171
Tabla 92: Determinación global del p-valor de la comparativa	171
Tabla 93: Determinación por entorno educativo del p-valor de la comparativa	171

Tabla 94: Resultados obtenidos en los ejercicios de PAU, antes de la realización del Taller _____	174
Tabla 95: Resultados obtenidos después de la realización del Taller _____	175
Tabla 96: Mejora obtenida después de la realización del Taller _____	176
Tabla 97: Alumnado comparativa de tecnologías sobre Tabletas (Luther King, 2012) _____	179
Tabla 98: Valores medios de la valoración global (desviación típica); (Luther King, 2012) _____	181
Tabla 99: Valores medios opinión sobre los contenidos (Colegio Luther King, 2012) _____	181
Tabla 100: Comparativa Valores medios de la valoración global _____	181
Tabla 101: Comparativa valores medios opinión sobre los contenidos _____	182
Tabla 102: Valoración comparativa entre SketchUp y Formit _____	198
Tabla 103: Contenidos multimedia del libro electrónico del Taller 3D _____	200
Tabla 104: Experiencias del Taller 3D en las que se incluye el uso de las Tabletas Digitales _____	203
Tabla 105: Acciones específicas en las que se hace uso de las Tabletas Digitales _____	206
Tabla 106: Contenidos de la Acción Puntual: "Tabletas Digitales como recurso didáctico en la enseñanza" _____	208
Tabla 107: Cuestionario Acción Puntual: "Tabletas Digitales como recurso didáctico en la enseñanza" 209	
Tabla 108: Temporalización de la actividad con el Taller Tablet Viz utilizando Tabletas Digitales _____	211
Tabla 109: Ejercicios de cada nivel del Taller Tablet Viz _____	211
Tabla 110: Mejora del aprendizaje después de utilizar el Taller Tablet Viz _____	212
Tabla 111: Cuestionario de Satisfacción del Taller Tablet Viz _____	213
Tabla 112: Contenidos multimedia del libro electrónico "Prácticas de Inmunología" _____	215
Tabla 113: Material del Profesor _____	216
Tabla 114: Material del Alumno _____	217
Tabla 115: Actividades realizadas por el profesor de prácticas de laboratorio de inmunología _____	218
Tabla 116: Actividades realizadas por los alumnos de prácticas de laboratorio de inmunología _____	218
Tabla 117: Encuesta de Satisfacción _____	219
Tabla 118: Apps utilizadas para la gestión de grupos de trabajo en educación _____	222
Tabla 119: Temporalización de la actividad de uso de Tabletas Digitales en la enseñanza de la ilustración de moda _____	226
Tabla 120: Cuestionario de Satisfacción de la Acción Puntual: Taller de Creación y Dibujo Digital con iPad y SketchBook Pro _____	228
Tabla 121: Temporalización de la actividad de uso de Tabletas Digitales en la enseñanza de la ilustración de moda _____	229
Tabla 122: Cuestionario de Datos y de Satisfacción de la Acción Puntual: "Taller: El iPad como herramienta para la creación de ilustraciones" _____	232
Tabla 123: Valoración general de las Tabletas Digitales para el trabajo gráfico del ingeniero en campo (64 alumnos en 18 grupos) _____	236
Tabla 124: Contenidos multimedia del eBook para mantenimiento de aviones. _____	238
Tabla 125: Cuestionario de opinión _____	239
Tabla 126: Cumplimiento de objetivos _____	241

CÓDIGO DE ICONOS Y COLORES UTILIZADOS EN ESTA TESIS

 ACTIVIDAD DE DISEÑO DE MATERIALES EDUCATIVOS		DISEÑO GRÁFICO DE LOS CONTENIDOS
		DIGITALIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS
		EMPAQUETADO COMO RECURSO EDUCATIVO
 ACTIVIDADES DE EXPERIENCIAS EN CENTROS EDUCATIVOS		PREPARACIÓN DE LA EXPERIENCIA
		EXPERIENCIA PRÁCTICA EN AULA
		ANÁLISIS DE DATOS DE LA EXPERIENCIA
 ACTIVIDADES DE ANÁLISIS DE GRUPOS DE EXPERIENCIAS		ANÁLISIS DE DATOS DE EXPERIENCIAS INDIVIDUALES
		
		
 ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN		DIFUSIÓN EN REVISTAS ESPECIALIZADAS
		DIFUSIÓN EN CONGRESOS
		DIFUSIÓN EN ENTORNOS EDUCATIVOS
 ACTIVIDAD ESPECÍFICA CON TABLETAS DIGITALES		DISEÑO DE MATERIALES
		PREPARACIÓN DE LA EXPERIENCIA
		EXPERIENCIA PRÁCTICA EN AULA
		ANÁLISIS DE DATOS DE LA EXPERIENCIA

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Ámbito y justificación de esta tesis.

Los procesos de enseñanza-aprendizaje del “dibujo” están muy condicionados por las herramientas gráficas empleadas. En los últimos años, han surgido diversas tecnologías y nuevos contextos educativos (Espacio Europeo de Educación, educación on-line, ..) que plantean grandes retos en el campo de la enseñanza del “dibujo”.

Dado el título de esta tesis: “*Aplicación de Tecnologías Gráficas Avanzadas como elemento de apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje del dibujo, diseño y artes plásticas*”, resulta conveniente especificar el ámbito de actuación en el que se desarrolla esta investigación.

Al mencionar las **Tecnologías Gráficas Avanzadas** (TGAs) se hace referencia, a aquellas que pueden tener impacto en la enseñanza. Muchas de estas tecnologías permiten diseñar recursos educativos gráficos invariables hace apenas unos años. Para determinarlas, se utilizarán distintos informes internacionales sobre tecnología y educación. En base a estos informes, se seleccionan aquellas tecnologías con mayor potencialidad por sus posibilidades gráficas. Entre ellas, están la *realidad aumentada*, las *tabletas digitales* o los *smartphones*. Además, la evolución y mayor accesibilidad de otras tecnologías como el *modelado 3D* o los *eBooks multimedia*, permiten diseñar recursos educativos con unas posibilidades gráficas inimaginables hace apenas unos años.

Los **Procesos de Enseñanza-Aprendizaje** son un vasto campo de investigación. En el ámbito de esta tesis, se consideran los procesos de enseñanza-aprendizaje en relación a distintos aspectos que puedan ser caracterizados, como por ejemplo: *competencias*, *habilidades espaciales*, influencia en la *elección de estudios*, *mejora académica*, grado de *satisfacción* con la metodología y la tecnología empleada. También, aspectos sugeridos por el nuevo espacio europeo de la educación como favorecer la *autonomía del alumno*, el *trabajo en grupo*, la *tutorización*, el *aprendizaje informal*,

La enseñanza del **dibujo, diseño y artes plásticas** abarca las etapas de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), Bachiller, Formación Profesional y Grados Universitarios. En todos estos contextos educativos hemos realizado experiencias prácticas.

El ámbito principal de trabajo de esta tesis es la parte común de estos tres campos de trabajo: Tecnologías Gráficas Avanzadas, proceso de enseñanza-aprendizaje y enseñanza del dibujo, diseño y artes plásticas.

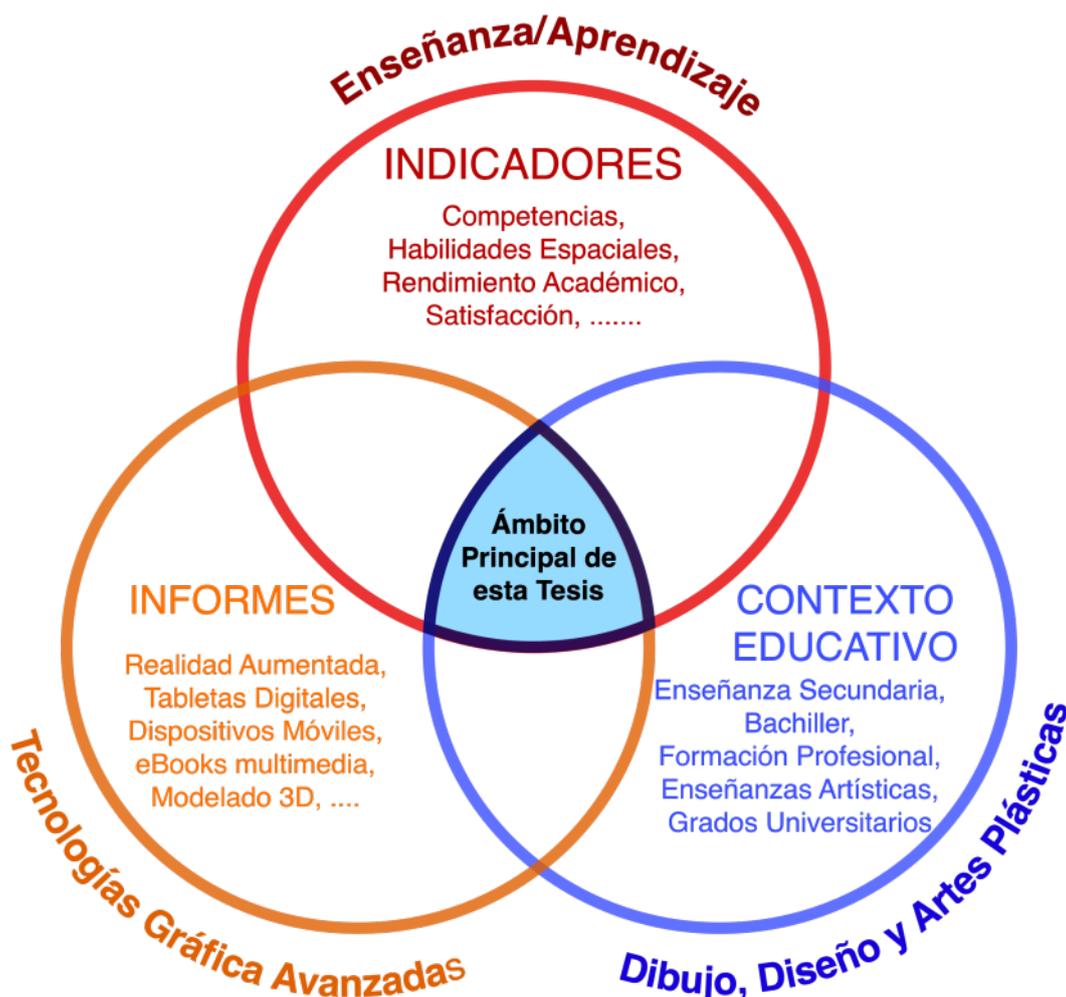


IMAGEN 1: ÁMBITO PRINCIPAL DE TRABAJO DE ESTA TESIS

1.2 Antecedentes.

Esta tesis se enmarca dentro de la línea principal de investigación del grupo DEHAES (Desarrollo de Habilidades Espaciales) de la Universidad de La Laguna, en colaboración con la Universidad Politécnica de Valencia. En el seno de dicho grupo de investigación se han realizado las siguientes tesis doctorales:

1. Estudio del efecto de la aplicación de tecnologías multimedia y del modelo basado en bocetos en el desarrollo de las habilidades espaciales (Saorín, 2006), dirigida por D. Manuel Contero.
2. Análisis del uso de dispositivos móviles en el desarrollo de estrategias de mejora de las habilidades espaciales (Martín-Dorta, 2009), dirigida por D. Manuel Contero y D. José Luis Saorín.
3. Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la Ingeniería (Martín-Gutiérrez, 2010), dirigida por D. Manuel Contero y D. José Luis Saorín.
4. Modelado 3D, Tecnologías de Información Geográfica y Tabletas Digitales como herramientas de innovación docente para la adquisición de competencias espaciales (orientación espacial) en el ámbito de la Ingeniería Marítima (Carbonell 2011), dirigida por D. Antonio M. González Marrero y José Luis Saorín.

El principal objetivo de los tres primeros trabajos estaba orientado hacia el análisis de las aportaciones que determinadas tecnologías podían hacer en la mejora de las habilidades espaciales de estudiantes de Ingeniería. En este sentido, se trabajó con recursos web interactivos, programas de bocetado por ordenador, dispositivos móviles, videojuegos y tecnología de realidad aumentada. Con la incorporación de una nueva componente como la orientación espacial y el uso de las tabletas digitales en el trabajo de Carbonell, se completa una amplia investigación de las habilidades espaciales en el entorno de los estudios de ingeniería.

Como resultado de estas investigaciones se han desarrollado nuevas herramientas y materiales didácticos consistentes en talleres, cursos formativos y contenidos didácticos. Todos estos cursos y herramientas han sido validados en dos aspectos: el primero, la mejora de habilidades espaciales, y el segundo, los aspectos de usabilidad (eficiencia, eficacia, satisfacción,..).

Este trabajo de tesis pretende continuar con la línea de investigación del grupo DEHAES añadiendo el enfoque de educación preuniversitaria, de enseñanzas artísticas e incluyendo novedades tecnológicas aplicadas a los procesos de enseñanza-aprendizaje.

1.3 Objetivos de esta tesis.

Los objetivos de esta tesis se enmarcan dentro de un **objetivo general** que es *diseñar y validar recursos didácticos mediante el uso de tecnologías gráficas avanzadas dirigidas a la enseñanza de dibujo, diseño y artes plásticas*. Para ello, con los materiales diseñados, se realizarán pruebas en distintos centros y niveles educativos. En estas pruebas, se evaluará la usabilidad de los materiales y las tecnologías empleadas (eficacia, eficiencia y satisfacción), su impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje y otros aspectos como la motivación y la mejora de las habilidades espaciales.

Adicionalmente, hay que tener en cuenta que para la docencia de muchas asignaturas hay necesidad de contenidos gráficos que aprovechen las nuevas tecnologías. Por ello, también se considerará como objetivo de esta tesis el *diseño y validación de cursos y materiales específicos para asignaturas con necesidades gráficas en sus procesos de enseñanza-aprendizaje*.

De forma más detallada, como objetivos concretos de esta tesis podemos citar:

OBJETIVO INICIAL

1) Diseño de estrategias para la introducción eficaz de nuevos recursos docentes de carácter gráfico en centros educativos.

Análisis de necesidades para poder realizar actividades con contenidos digitales educativos en centros de enseñanza fuera de la universidad.

2) Evaluación y análisis práctico de nuevos soportes de tecnologías avanzadas para la enseñanza de dibujo, diseño y artes plásticas.

Análisis de aplicaciones (apps) gráficas disponibles para tabletas digitales.

Estudiar la evolución de los recursos tecnológicos utilizados en la enseñanza del dibujo, diseño y artes plásticas. (RA, Tablet, Modelado 3D Paramétrico, CAD en general, recursos multimedia en web, recursos multimedia CD,).

Realización de análisis comparativos de distintas tecnologías (interfaces tangibles: realidad aumentada, tabletas digitales, smartphones,..) como base para el diseño de contenidos educativos para la enseñanza del dibujo, diseño y artes plásticas.

Estudio de las tabletas digitales como elemento de apoyo para el docente.

Valorar los ebooks multimedia como recurso educativo para el dibujo, diseño y artes plásticas.

3) Adaptación de materiales existentes a los nuevos soportes y herramientas tecnológicas y medición de su influencia en el proceso de enseñanza/aprendizaje, usabilidad, motivación, habilidades espaciales, ...

Adaptación de contenidos educativos a las Tabletas Digitales.

4) Diseño y evaluación de cursos y materiales específicos para la docencia del dibujo, diseño y artes plásticas en distintos niveles educativos y medición de su impacto en el aprendizaje.

Diseño y evaluación de un Curso de Modelado 3D en niveles no universitarios y estudios de grado en BBAA

Mejora de materiales docentes mediante el uso de realidad aumentada.

Integración de metodologías de enseñanza y aprendizaje con software CAD avanzado sobre tabletas digitales.

Realizar mediciones de mejora de habilidades espaciales utilizando el material diseñado, en contextos diferentes a los abordados en las anteriores tesis: enseñanza pre-universitaria, formación profesional superior, grado de bellas artes, grado de informática, ...

Hacer una valoración de los aspectos relevantes abordados en esta tesis en el contexto internacional. Por ejemplo: HHEE y relevancia en estudios STEM, Realidad Aumentada, Tabletas Digitales, ...

Diseño de Acciones Puntuales para presentar, valorar y validar aspectos concretos de los materiales educativos creados en el contexto de esta tesis.

5) Diseño y evaluación de cursos y materiales específicos para los procesos de enseñanza y aprendizaje en áreas con necesidades gráficas.

Integración de tecnologías avanzadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje (gestión de grupos con tabletas digitales, utilización de espacios de trabajo conjunto en la nube utilizando tabletas digitales y entornos de escritorio, ...)

Creación de contenidos educativos en formato de libro electrónico multimedia para tabletas digitales y valorar aspectos relacionados con los procesos de enseñanza aprendizaje.

1.4 Contribuciones de esta tesis.

Se destacan las siguientes contribuciones Principales:

CONTRIBUCIONES PRINCIPALES

1) Primeras medidas de habilidades espaciales, en educación no universitaria española (200 alumnos de secundaria y formación profesional).

2) Diseño, implantación y difusión de una metodología de análisis de las formas y su representación, integrada en un entorno web dirigido a todos los niveles educativos (www.anfore3d.com). Este es un entorno web multiplataforma (Windows, Mac Os, Linux, iOS y Android), multisoprote (Pc, Mac, Tablet as digitales iOS y Android y Smartphones iOS y Android) y multiformato (pdfs, vídeos, modelos 3D, realidad aumentada, ebooks,..) donde entre otros contenidos se encuentran disponibles el “Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas” y el Taller F. Stella 3D o “de la bidimensión a la tridimensión”.

3) Medición y comparación de la mejora académica utilizando métodos de papel y métodos digitales 3D para el estudio de las vistas normalizadas.

4) Primera medición comparada de la satisfacción de usuarios utilizando tecnologías de realidad aumentada y tabletas digitales.

5) Diversas contribuciones relacionadas con las tabletas digitales en ámbitos educativos:

Creación y validación de ebooks multimedia dirigidos a la formación y diseñados para tabletas digitales.

Valoración del uso de las tabletas digitales para la gestión de grupos de expresión gráfica en ingeniería.

Evaluación del uso de tabletas digitales para la enseñanza del diseño de moda e ilustración.

Comparativa entre bocetado tradicional y bocetado digital en libro electrónico multimedia sobre tableta digital.

1.5 Actuaciones realizadas y material desarrollado en el marco de esta tesis.

Para la realización de esta tesis se han llevado a cabo 24 actuaciones con más 1000 participantes en diferentes entornos y centros educativos. En la **Tabla 1** se detallan los mismos:

TABLA 1: ACTUACIONES REALIZADAS



Nº	ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA	PARÁMETROS ANALIZADOS
1	“Taller SketchUp Exprés”	Realizado con profesores del Departamento de Dibujo de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna	10	Junio 2010	Difusión y propuestas de colaboración.
2	“Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas”	Realizado en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna con alumnos de la asignatura Técnicas de Representación	40	Octubre- Noviembre 2010	Desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas Artes. Mejora de las HHEE y encuestas de Satisfacción.
3	“Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas”	Realizado con alumnos de 1º de grado de Ingeniería Electrónica y Automática, en la asignatura de Expresión Gráfica, Universidad de La Laguna.	77	Noviembre 2010	Medición de tiempos y validación de niveles de dificultad.

4	<i>Taller: F. Stella 3D o "De la bidimensión a la tridimensión"</i>	Realizado en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna con alumnos de la asignatura Técnicas de Representación	40	Noviembre 2010	Encuesta de satisfacción de los alumnos.
5	<i>"Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas"</i>	Colegio Luther King de La Laguna dentro de las asignatura Expresión Plástica y Visual con alumnos de 3º de enseñanza secundaria obligatoria (ESO) y de la asignatura de Dibujo Técnico con alumnos de bachillerato científico-tecnológico	150	Octubre 2010 a Enero 2011	Mejora de las HHEE, encuestas de Satisfacción y de Usabilidad del Taller e influencia en la elección de optativas y estudios STEM.
6	<i>"Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas"</i>	Realizado en el IES Geneto de La Laguna con alumnos del Ciclo Superior de Edificación	20	Noviembre 2010	Mejora de las HHEE y encuestas de Satisfacción
7	<i>"Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas"</i>	Realizado con alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna	40	Marzo 2011	Mejora de las HHEE y encuestas de Satisfacción
8	<i>"Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas"</i>	Realizado en la asignatura Plástica y Visual con alumnos de 4º de ESO del centro educativo colegio Nuryana	30	Abril 2011	Mejora de las HHEE y encuestas de Satisfacción
9	<i>Taller: F. Stella 3D o "De la bidimensión a la tridimensión"</i>	<i>Facultad de Bellas Artes de Granada. (UGR)</i> MÁSTER: Creación, producción y difusión. CURSO: Ambigüedades de la Tercera Dimensión	10	Abril 2011	Encuesta de satisfacción de los alumnos.
10	<i>"Acción Puntual: Tablet Digital como recurso didáctico en la enseñanza"</i>	Centro de Especialización del Profesorado (CEP) de La Laguna, dirigido a profesores de secundaria.	20	Mayo 2011	Difusión y propuestas de colaboración.
11	<i>"Experiencia de Uso de distintas Tecnologías (Modelos Corpóreos, Realidad Aumentada y Tablet Digitales) para el estudio del Análisis de las Formas y su Representación"</i>	Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna con alumnos de la asignatura Técnicas de Representación	35	Septiembre 2011	Encuesta de opinión sobre las tecnologías empleadas y sobre los contenidos utilizados.

12	<i>“Experiencia de Uso de distintas Tecnologías (Modelos Corpóreos, Realidad Aumentada y Tabletas Digitales) para el estudio del Análisis de las Formas y su Representación”</i>	IES La Laboral de La Laguna con alumnos de 4º de ESO en la asignatura de Tecnología.	15	Octubre 2011	Encuesta de opinión sobre las tecnologías empleadas y sobre los contenidos utilizados.
13	<i>Curso: “Un caso práctico de utilización de Tecnologías Avanzadas en la docencia del dibujo, diseño y artes plásticas”</i>	Centro de Especialización del Profesorado de La Laguna (CEP La Laguna) con profesores de secundaria	20	Octubre 2011	Prueba de nivel y medición de habilidades espaciales. Encuesta de opinión sobre las tecnologías empleadas y sobre los contenidos utilizados.
14	<i>“Mejora del aprendizaje de vistas normalizadas mediante el Taller en formato papel y en formato 3D”</i>	Alumnos de 1º de grado de Ingeniería Agrícola e Ingeniería Informática, en la asignatura de Expresión Gráfica.	150	Febrero 2012	Medición de la mejora del aprendizaje, mediante pruebas de selectividad con vistas normalizadas.
15	<i>Tablet Viz: mejora de las habilidades espaciales utilizando Tabletas Digitales</i>	Alumnos de 1º de grado de Ingeniería Agrícola, en la asignatura de Expresión Gráfica.	10	Marzo 2012	Encuesta de Satisfacción y medición de la mejora del aprendizaje, mediante pruebas de selectividad con vistas normalizadas.
16	<i>Utilización de Tabletas Digitales en prácticas de laboratorio</i>	Grado de Farmacia, asignatura de inmunología	20	Abril 2012	Encuesta de Satisfacción
17	<i>Implantación del Taller 3D en el entorno virtual de la Consejería de Educación del Gobierno de Canarias (EVAGD)</i>	Alumnos de 2º de bachillerato del IES Manuel Martín González de Guía de Isora (Tenerife)	15	Abril 2012	Valorar posibilidades y detectar problemas de implantación en entornos virtuales de aprendizaje
18	<i>Utilización de Tabletas Digitales para la gestión de grupos de trabajo en educación</i>	Alumnos de 1º de grado de Ingeniería Agrícola e Ingeniería Informática, en la asignatura de Expresión Gráfica.	150	Abril-mayo 2012	Valoración de mejoras de la gestión.
19	<i>Utilización de las Tabletas Digitales para la enseñanza de la ilustración de moda</i>	Alumnos de Ciclo Superior de Estilismo e Indumentaria de la Escuela de Arte Fernando Estévez de Santa Cruz de Tenerife	20	Abril 2012	Encuesta de Satisfacción

20	Utilización de las Tabletas Digitales para la enseñanza de la ilustración gráfica	Alumnos de Ciclo Superior de Ilustración de la Escuela de Arte Fernando Estévez de Santa Cruz de Tenerife	20	Abril 2012	Encuesta de Satisfacción
21	<i>“Comparativa de interfaces tangibles: Realidad Aumentada en Tabletas Digitales y Visualizador 3D en Tabletas Digitales”</i>	Realizado con alumnos de 1º de ESO del centro escolar colegio Luther King	60	Mayo 2012	Encuesta de opinión sobre las tecnologías empleadas y sobre los contenidos utilizados.
22	<i>Utilización de las Tabletas Digitales para el trabajo gráfico del ingeniero en campo</i>	Alumnos de 1º de grado de Ingeniería Electrónica y Automática, en la asignatura de Expresión Gráfica.	60	Octubre 2012	Valoración global de la herramienta
23	<i>“Entorno Web para la realización de un Taller 3D mediante Modelado 3D, Dispositivos Móviles y Realidad Aumentada”</i>	Centro de Especialización del Profesorado de La Laguna (CEP La Laguna) con profesores de secundaria y alumnos del Máster de formación del profesorado	40	Noviembre 2012	Presentación del entorno web: www.anfore3d.com y propuestas de colaboración.
24	<i>Curso: “Estudiar, Interactuar y Crear con el iPad”</i>	Cursos de Extensión Universitaria. Universidad de La Laguna.	75	Mayo 2012	Divulgación de investigación sobre las Tabletas Digitales

Colaboradores externos:

Para poder llevar a cabo las diferentes acciones detalladas en la tabla anterior, ha sido necesaria la coordinación y colaboración activa con muchas personas y organismos ajenos al entorno del grupo de investigación. La coordinación con todas estas personas ha sido un elemento complejo en el desarrollo de la tesis, dado que han sido colaboraciones a muchos niveles. Aunque en este documento sólo se detallan aquellas experiencias que han dado frutos, es importante señalar que han existido otras que por una razón u otra no han llegado a terminar de concretarse (Simpromi, Universidad de Nottingham,...). La colaboración se ha desarrollado en los siguientes entornos:

- 1) Profesores en centros educativos
 - a. En centros educativos de enseñanza preuniversitaria, ha sido necesario coordinarse con profesores y jefes de estudios, para incluir diferentes experiencias prácticas en la programación de aula.
 - b. En centro universitarios ajenos a los propios integrantes del grupo de investigación. Cabe destacar la colaboración con la facultad de Bellas Artes, ya que ésta ha tenido una especial repercusión en la tesis.
- 2) Alumnos
 - a. Se ha dirigido a alumnos que realizaron sus proyectos fin de máster o fin de grado, enmarcados en acciones educativas relacionadas con esta tesis. A estos alumnos se les ha dado soporte teórico, tecnológico y práctico en la

realización de experiencias de campo que se han llevado cabo en contextos formativos utilizando tecnologías gráficas avanzadas.

3) Organismos y empresas

- a. Centros del Profesorado (CEP). Estos centros están concebidos como herramientas de apoyo externo a los centros educativos. Por tanto, para la divulgación parcial de los contenidos y experiencias realizadas en el contexto de esta tesis, se ha contado con la colaboración del CEP de La Laguna.
- b. Consejo Escolar de Canarias. Dado que en esta tesis se realiza un trabajo de investigación en contexto de enseñanza no universitaria, se decide realizar una acción puntual de difusión de las experiencias realizadas para informar a este organismo de consulta, asesoramiento y participación social en materia de enseñanza no universitaria.
- c. Empresas que han ayudado en la difusión de resultados o donde se han llevado a cabo alguna experiencia.

TABLA 2: COLABORADORES EXTERNOS

01	Colaboración con profesores de centros educativos	
	Colaboradores en centros no universitarios	
	Merfat Amín Rafat	Profesora de Secundaria, especialidad: Tecnología
	Ángel Adán Peñalosa	Coordinador TIC del IES Geneto y profesor de FP, especialidad: Edificación
	Beatriz García Puertas	Profesora de FP de IES Geneto en La Laguna, especialidad: Edificación
	Víctor M. García García	Coordinador TIC y profesor de Secundaria, especialidad: Dibujo
	Luis O. de Lejarazu San José	Profesor del centro escolar Nuryana de La Laguna, especialidad: Dibujo
	Carmen Cabrera Nuño	Profesora del colegio Luther King de La Laguna, especialidad Dibujo
	Antonio González Torres	Profesor del colegio Luther King de La Laguna, especialidad Física
	Colaboradores en centros universitarios	
	M ^a Dolores del Castillo	Profesora del Dpto. de Dibujo, Diseño y Estética de la Universidad de la Laguna (ULL)
	Antonio Ortega Rivas	Profesor de Inmunología y Hematología en el Grado en Farmacia de la ULL
	Antonio Marrero González	Profesor de Náutica en la ULL
2	Colaboración con alumnos (Proyectos Fin de Máster y Proyectos Fin de Carrera)	
	Javier Martínez Triviño	Alumno de Proyecto fin de Carrera de Ingeniería Mecánica (2012-2013)
	Mertxe Sota	Alumno del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (2010-2011)

Bruno M. Loiseau Costa	Alumno del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (2011-2012)
Armando J. Ruiz Yepes	Alumno del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (2011-2012)
3	Colaboración con organismos y empresas
Centro de profesorado (CEP) La Laguna	
Francisca Medina Trujillo	Asesora de Secundaria del CEP de La Laguna, ámbito Científico-Tecnológico
Juan A. Chico García	Asesor TIC del CEP de La Laguna
Consejo Escolar de Canarias	
Antonio Hernández	Miembro del Consejo Escolar de Canarias
Empresas	
Julio Calle Cabrero	Director de Íscar Software de Arquitectura, S.L
Alejandro Hernández Lorenzo	Seedwind

Material Educativo realizado en esta Tesis

Como resultado de este trabajo de tesis se han generado diversos materiales educativos.

TABLA 3: MATERIALES EDUCATIVOS REALIZADOS

			
MATERIAL	FORMATO	FECHA	OBSERVACIONES
01 Aula Virtual del "Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas".	Entorno Moodle	Octubre 2010	Se creó para poder llevar a cabo las actuaciones en centros educativos no universitarios.
02 Libro: Tecnologías Gráficas Avanzadas.	Papel y material digital en tarjeta pen-drive	Septiembre 2011	Se realizó con el objetivo de crear un material educativo con todos los recursos digitales incluyendo realidad aumentada. De esta manera se permitía la divulgación del Taller.
03 Libro electrónico multimedia para prácticas de laboratorio de inmunología.	eBook multimedia	Abril 2012	Se realizó para probar el formato de libro multimedia en tabletas digitales. Con este libro se complementó la actuación: Utilización de las Tabletás Digitales en prácticas de laboratorio.
04 Libro de mantenimiento de aviones.	eBook multimedia	Agosto 2012	Creado para la formación de técnicos de mantenimiento de aeronaves, para mejorar el proceso de aprendizaje.
05 "Entorno Web para la realización de un Taller 3D mediante Modelado 3D, Dispositivos Móviles y Realidad Aumentada".	www.anfore3d.com	Noviembre 2012	Se creó para hacer disponibles los contenidos a la comunidad educativa.
06 Libro de ejercicios de vistas para tabletas digitales.	eBook multimedia	Enero 2012	Creado para realización de ejercicios de bocetado 2D digital.

1.6 Metodología y plan de trabajo.

A nivel general, los trabajos de esta tesis están estructurados en dos partes. La primera que gira en torno a un taller de modelado 3D para el análisis y la representación de las formas y la segunda que gira en torno al uso de las tabletas digitales en la enseñanza. Estas dos dimensiones de la tesis, están (Imagen 2) interrelacionadas ampliamente, ya que una parte importante de la tecnología aplicada al taller de modelado, está basado en tabletas digitales.



IMAGEN 2: ESQUEMA METODOLOGÍA GENERAL UTILIZADA EN ESTA TESIS

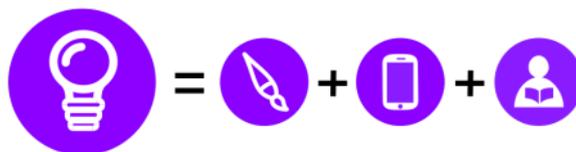
La metodología general empleada en esta tesis, para la elaboración de contenidos educativos desarrollados con tecnologías gráficas avanzadas, sigue un proceso de diseño incremental centrado en el usuario, dado que dichos contenidos son evaluados y validados a través de experiencias prácticas con los usuarios finales, que en este caso son profesores y alumnos. Estos usuarios de los contenidos educativos, participan durante el proceso y durante el desarrollo ayudan a la búsqueda de soluciones (errores detectados, usabilidad, encuestas de opinión, satisfacción, validación de tiempos, ...). En este sentido se aproxima al diseño participativo (tradición escandinava) dado que es la comunidad educativa, a la que van dirigidos los contenidos, la que está dando su opinión y orientando el diseño final del material educativo. Como comenta Nigel Cross “Una parte importante del trabajo del diseñador se relaciona con la evaluación de las propuestas”.

En cierta medida, para la creación de contenidos, se ha tomado como referente la ISO 13407, enfocada específicamente en hacer sistemas usables. Recordemos que usabilidad es “la medida en que un producto puede ser usado por usuarios específicos para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico”.



IMAGEN 3: ESQUEMA METODOLOGÍA GENERAL DE GENERACIÓN DE CONTENIDOS

Es importante señalar que el diseño de materiales que se pretende realizar en esta tesis, es complejo y en múltiples formatos. Lo que se indica como actividad de diseño tiene varias componentes dependiendo del trabajo que se esté realizando (diseño gráfico de los materiales, digitalización, empaquetado en distintos formatos para componer un recurso educativo, ...). En el apartado 1.5, se han detallado los materiales educativos que se han creado en esta tesis.



Iconos Actividades de Diseño

Por lo tanto, en esta tesis, se estudia la forma de realizar experiencias en entornos educativos, se realizan actividades con los materiales diseñados, se analizan los datos de dichas experiencias y se corrigen deficiencias detectadas, se realiza la difusión de los resultados parciales (No sólo mediante su difusión en revistas y congresos, sino también con acciones puntuales dirigidas a profesores) y se vuelve a empezar el proceso de diseño, añadiendo mejoras con tecnologías gráficas avanzadas que aporten mejoras didácticas y volver a preparar actividades para validar dichas aportaciones.

El desarrollo de esta tesis ha implicado la realización de numerosas actividades prácticas (24) en diversos centros educativos (con más de 1000 alumnos). Debido a esto, ha sido indispensable la coordinación con personas de cada centro para poder llevar a cabo dichas experiencias prácticas.

De esta forma, el diseño de cada acción ha requerido una toma de contacto previa para valorar los espacios y sus dotaciones, para coordinar la actividad a realizar con los profesores y para tener en cuenta todos los aspectos que permitieran llevar a cabo las experiencias sin alterar la dinámica habitual del centro.

Como se ha comentado anteriormente la otra parte de la tesis ha estado relacionada con el uso de las tabletas digitales en la enseñanza del dibujo. La tableta digital se ha utilizado, además de con el taller 3D, con tres enfoques diferentes (Imagen 4):

- a) Enseñanza del dibujo artístico
- b) Creación de libros multimedia para la enseñanza
- c) Aplicaciones de gestión de la enseñanza

En estas actividades, no relacionadas con el Taller 3D, no se ha utilizado una metodología de diseño incremental dado que han consistido en acciones puntuales independientes. Sin embargo, cada una de estas acciones si ha seguido la metodología general (Imagen 3).

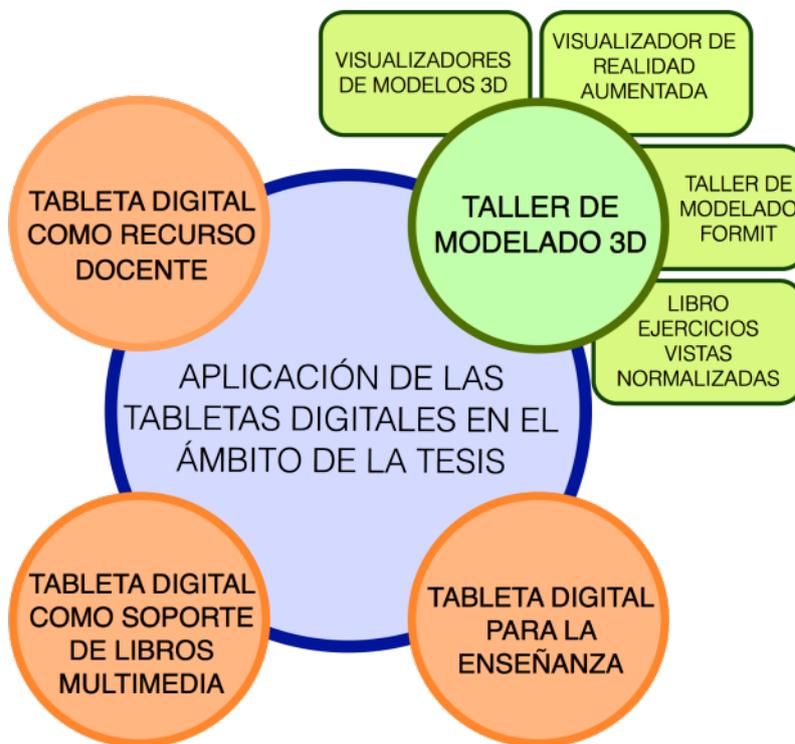


IMAGEN 4: CONTEXTO DE USO DE TABLETAS DIGITALES EN ESTA TESIS

1.7 Estructura de esta tesis.

Esta Tesis se ha dividido en seis capítulos, con el contenido que se indica a continuación:

CAPITULO I: Introducción

Contiene una descripción general que justifica la realización de la tesis, el contexto en que se ha llevado a cabo, los antecedentes existentes, sus objetivos, metodología y plan de trabajo, estructura, contribuciones y actividades de difusión. Se utiliza el código de iconos y colores utilizado en esta tesis.



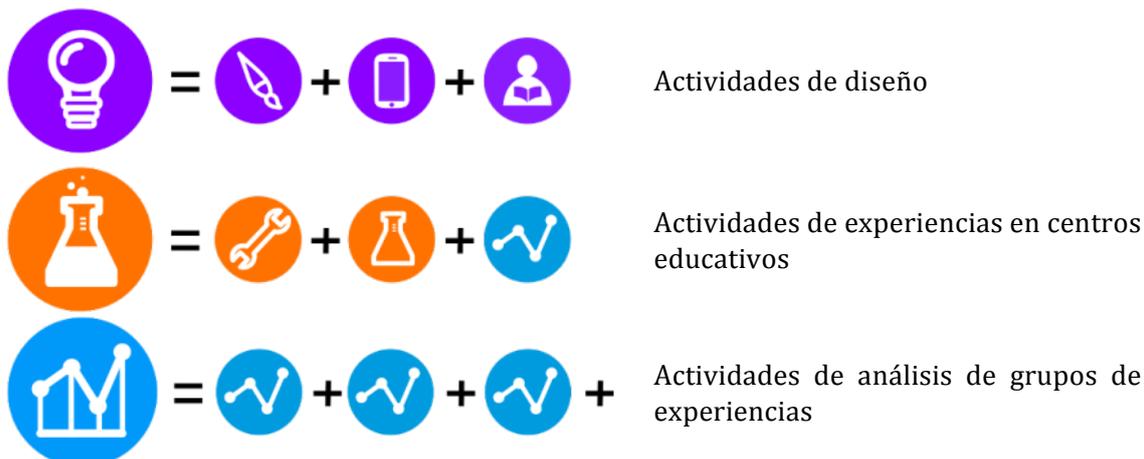
Actividades de difusión

CAPITULO II: Marco Teórico

En este capítulo se detallan aquellos aspectos teóricos relacionados con el desarrollo de esta tesis. Los contenidos se centrarán en Tecnologías Gráficas Avanzadas (TGAs) y Diseño y evaluación de materiales de enseñanza y aprendizaje realizados con tecnologías graficas avanzadas.

CAPITULO III: Creación, Validación y difusión del taller de Análisis de las Formas y su representación (www.anfore3d.com).

Este capítulo se explica las distintas fases por la que ha ido pasando el Taller de Modelado 3D. Las modificaciones de diseño que se han realizado y los resultados obtenidos en cada una de las fases. El proceso completo ha necesitado multitud de etapas y actuaciones diferentes. Se utiliza el código de iconos y colores utilizado en esta tesis.



CAPITULO IV: Uso de tabletas digitales en la enseñanza de materias con alto contenido gráfico.

En este capítulo se detallan todas las experiencias realizadas en el ámbito del dibujo. Se utiliza el código de iconos y colores utilizado en este trabajo de tesis.



CAPÍTULO V: Conclusiones y futuros trabajos.

Por último, se indican las conclusiones del trabajo presentado, indicando cuales han sido las principales aportaciones y contribuciones de la tesis. Igualmente se indica cuáles pueden ser las líneas futuras de trabajo, señalando aquellas de mayor interés.

CAPÍTULO VI: Anexos.

1.8 Proyectos de investigación, artículos publicados, ponencias presentadas en congresos y proyectos de innovación educativa como consecuencia de la realización de esta tesis.

Participación en Proyectos de Investigación.

Durante el desarrollo de esta tesis se participa en un Proyecto de Investigación Nacional sobre la mejora del razonamiento espacial y visual mediante herramientas tecnológicas avanzadas.

TABLA 4: PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Nº	TÍTULO	DATOS	PARTICIPANTES	DOTACIÓN ECONÓMICA
01	"MEJORA DEL RAZONAMIENTO ESPACIAL Y VISUAL MEDIANTE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS AVANZADAS".	Ministerio de Ciencia e Innovación. Secretaría de Estado de Investigación. <u>Responsable:</u> D. Jose Luis Saorín Pérez. <u>Referencia:</u> TIN2010-21296-C02-02 <u>Fecha de concesión:</u> 5 noviembre 2010. <u>Fecha de finalización:</u> 31 diciembre 2013	Jose Luis Saorín Pérez, Rosa E. Navarro Trujillo, Norena N. Martín Dorta, Jorge Martín Gutiérrez, Carlos Carbonell Carrera, Jorge de la Torre Cantero.	48.279,00 Euros
OBJETIVOS DEL PROYECTO:				
Este proyecto trata de estudiar el perfil de los estudiantes a su entrada a la Universidad (el género, la edad, la formación recibida, las aficiones, su habilidad con las nuevas tecnologías, etc.) y su relación con los niveles de habilidades espaciales. Esto permitirá diseñar propuestas de cursos intensivos en distintos formatos adaptados a las características de los usuarios.				

Artículos publicados en revistas.

Se han publicado diversos artículo en revistas nacionales e internacionales (Tabla 5).

TABLA 5: ARTÍCULOS PUBLICADOS EN REVISTAS



REVISTA	TÍTULO	AUTORES	ÍNDICE	ESTADO
1 <i>Arte, Individuo y Sociedad</i> (AIS), 24 (2), 179-193.	Modelado 3d como herramienta educativa para el desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas Artes.	De la Torre Cantero, J., Saorín Pérez, J.L., Carbonell Carrera, C., Castillo Cossío, M.D., Contero González, M.	A&HI (ISI Web of Knowledge)	Publicado (2012).
2 <i>Journal of Maritime Research</i> (JMR), Vol. 8 (3), pp. 71-85	3D Modeling for competences development of new degrees within the field of maritime	Carbonell Carrera, C., Marrero González, A.M., Saorín Pérez, J.L., de la Torre Cantero, J.	Scientific Journal Rankings SJR (Scopus)	Publicado, (Diciembre 2011)

3	<i>Teoría de la educación, educación y cultura en la sociedad de la información (TESI), 12 (2), 259-279.</i>	Tabletas digitales para la docencia del dibujo, diseño y artes plásticas.	Saorín Pérez, J.L., de la Torre Cantero, J., Martín Dorta, N., Carbonell Carrera, C., Contero González, M.	In-Recs	Publicado, (Julio 2011)
4	<i>Medical Education</i>	Touch-pad mobile devices show promise in pharmacy education	Saorín Pérez, J.L., de la Torre Cantero, J., Ortega, A, Hany Elsheikha	JCR (Journal Citation Report)	Publicado. (Mayo 2013)
5	<i>Educación a Distancia (Revista Educación a Distancia: RED)</i>	Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional	Saorín Pérez, J.L., de la Torre Cantero, J., Martín Dorta, N., Carbonell Carrera, C., Contero González, M.	In-Recs	Publicado (abril 2013)

Comunicaciones en congresos

Se han realizado diversas comunicaciones en congresos nacionales e internacionales (Tabla 6).

TABLA 6: COMUNICACIONES EN CONGRESOS Y JORNADAS



	CONGRESO	TÍTULO	AUTORES	FECHA Y LUGAR
1	2013 Frontiers in Education Conference (FIE 2013).	Interactive Sketching in Multi-Touch Digital Books. A Prototype for Technical Graphics	De la Torre, J., Dorribo, J., Saorín, J., Contero, M.	Octubre 2013, Oklahoma City (EEUU).
2	EDU Aumentame 2013. Realidad Aumentada y Educación.	“Taller 3D para la mejora de las habilidades espaciales”. El papel de la Realidad Aumentada y los dispositivos móviles como alternativa a la manipulación de los modelos físicos.	De la Torre, J., Saorín, J., Martín-Dorta, N., Contero, M.	Abril 2013, Valencia
3	XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación (APEGA 2012).	Anfore3D: Taller para la mejora de habilidades espaciales	De la Torre, J., Saorín, J., Martín, N., Carbonell, C., Navarro, R.	Noviembre 2012, Valencia

4	<i>3^{er} World Conference on Learning, Teaching & Administration.</i>	Education Working Group Management using Digital Tablets.	Saorín, J.L., de la Torre, J., Martín, N., Carbonell, C.	25-28 Octubre 2012. Bruselas, Bélgica.
5	<i>3^{er} World Conference on Learning, Teaching & Administration.</i>	Spatial Training using Digital Tablets.	Saorín, J.L., de la Torre, J., Martín, N., Carbonell, C.	25-28 Octubre 2012. Bruselas, Bélgica.
6	<i>First SketchUp Plugin Conference.</i>	3d Modeling Workshop with SketchUp and AR-media	De la Torre, J.L., J, Saorín,., Martín, N.	5-7 Septiembre 2012. Madrid.
7	<i>International Conference on Engineering Education.</i>	Digital Tangible Interfaces as an alternative to Physical Models for use in a Virtual Learning Environment in Engineering.	De la Torre, J., Saorín J.L., Martín, N., Contero, M.	30 Julio-03 Agosto, 2012. Turku, Finlandia.
8	<i>IV Congreso Internacional de Educación Superior en Ciencias Farmacéuticas.</i>	Material didáctico digital para la realización de prácticas de laboratorio con soporte de tabletas digitales.	Antonio Ortega Rivas, Enrique Martínez Carretero, José Luis Saorín, Jorge de la Torre Cantero. E. Carmelo	27-30 Junio 2012. Puerto de la Cruz, Tenerife.
9	<i>IX Foro Internacional sobre Evaluación de la Calidad de la Investigación y la Educación Superior (FECIES)</i>	La Competencia de Visión Espacial: Herramientas para su Evaluación y Estrategias para la mejora.	Norena Martín Dorta, Jose Luis Saorín, Carlos Carbonell Carrera, Jorge de la Torre Cantero	12-15 Junio, 2012. Santiago de Compostela.
10	<i>III Jornadas de Innovación Educativa de la ULL.</i>	Material didáctico digital para la realización de prácticas de laboratorio con soporte de tabletas digitales.	Antonio Ortega Rivas, Enrique Martínez Carretero, José Luis Saorín, Jorge de la Torre Cantero.	Abril 2012. La Laguna, Tenerife
11	<i>XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.</i>	Rediseño y validación de niveles de un curso intensivo de mejora de habilidades espaciales.	De la Torre Cantero, J.L., Carbonell Carrera, C., Navarro Trujillo, R., Saorín Pérez, J.L., Contero González, M.	6-8 Julio 2011. Barcelona, España. ISBN 978-84-694-4528-0.
12	<i>XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.</i>	Aplicaciones geoespaciales en la docencia utilizando tabletas digitales.	Carbonell Carrera, C., González Marrero, A. Saorín Pérez, J.L., De la Torre Cantero, J.L., Martín Gutiérrez, J.	6-8 Julio 2011. Barcelona, España. ISBN 978-84-694-4528-0.
13	<i>VIII multidisciplinary symposium on design and evaluation of digital content for education.</i>	Rediseño, digitalización y validación de un curso intensivo para la docencia en el análisis y estudio de las formas.	De la Torre Cantero, J.L., Saorín Pérez, J.L., Carbonell Carrera, C., Martín Dorta, N., Contero González, M.	15-17 Junio 2011. Ciudad Real, España. ISBN: 978-84-6943771-1.
14	<i>VIII multidisciplinary symposium on design and evaluation of digital content for education.</i>	Uso de Tecnologías de Información Geográfica en el alumnado universitario de nuevo ingreso	Carbonell Carrera, C., Saorín Pérez, J.L., De la Torre Cantero, J.L., González Marrero, A.	15-17 Junio 2011. Ciudad Real, España. ISBN: 978-84-6943771-1.

Participación en Proyectos de Innovación Educativa.

En la **Tabla 7** se detallan los cuatro proyectos de innovación en los que se participa generando contenidos educativos, donde se utilizan tecnologías gráficas avanzadas en procesos de enseñanza y aprendizaje dentro de diversas áreas de conocimiento.

TABLA 7: PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

TÍTULO	DATOS	PARTICIPANTES	DOTACIÓN ECONÓMICA
1 Tablet-VIZ: Taller de mejora de las relaciones espaciales sobre iPad.	<i>Convocatoria:</i> 001/2011 de Proyectos de Innovación Educativa para el Curso académico 2011/2012. <i>Entidad financiadora:</i> Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa. Universidad de La Laguna. <i>Duración:</i> 12 meses.	Carlos Carbonell Carrera, José Luis Saorín, Jorge de la Torre Cantero, Antonio González Marrero, Norena Martín Dorta, , Rosa Navarro Trujillo y M ^a Dolores del Castillo Cossío.	1000 euros.
2 Material Didáctico Digital para la realización de prácticas de laboratorio con soporte de Tabletas Digitales.	<i>Convocatoria:</i> 001/2011 de Proyectos de Innovación Educativa para el Curso académico 2011/2012. <i>Entidad financiadora:</i> Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa. Universidad de La Laguna. <i>Duración:</i> 12 meses.	Antonio Ortega Rivas, Enrique Martínez Carretero, José Luis Saorín, Jorge de la Torre Cantero.	1000 euros.
3 Transformación de diseños virtuales 3D en maquetas reales, mediante el uso de impresoras 3D de bajo coste.	<i>Convocatoria:</i> 001/2012 de Proyectos de Innovación Educativa para el Curso académico 2012/2013. <i>Entidad financiadora:</i> Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa. Universidad de La Laguna. <i>Duración:</i> 12 meses.	José Luis Saorín, Carlos Carbonell Carrera, Norena Martín Dorta, Jorge de la Torre Cantero, Enrique Zanardi Maffiote	950 euros
4 Elaboración de material didáctico digital para la docencia en inmunología con soporte de Tabletas Digitales	<i>Convocatoria:</i> 001/2012 de Proyectos de Innovación Educativa para el Curso académico 2012/2013. <i>Entidad financiadora:</i> Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa. Universidad de La Laguna. <i>Duración:</i> 12 meses.	Antonio Ortega Rivas, Enrique Martínez Carretero, José Luis Saorín, Jorge de la Torre Cantero.	1300 euros

Proyectos fin de carrera y trabajos fin de master

En **Tabla 8** se detallan aquellos proyectos fin de carrera y trabajos fin de máster que han utilizado material educativo desarrollado por esta tesis o a los que se ha guiado en el uso de aplicaciones y soportes tecnológicos avanzados para el dibujo.

TABLA 8: COORDINACIÓN TÉCNICA EN PROYECTOS FIN DE CARRERA Y TRABAJOS FIN DE MÁSTER

TÍTULO	ALUMNO	DIRECTOR	OBSERVACIONES
1 Diseño y evaluación de manuales multimedia para la formación de técnicos de mantenimiento aeronáutico (TMA), según part-147 EASA.	Javier Triviño	Jose Luis Saorín	Coordinación Técnica: Jorge L. de la Torre Cantero

2	Unidad Didáctica: Taller de Modelado 3D para la mejora de habilidades Espaciales. Junio de 2011	Merche Sota	Norena Martín Dorta	Coordinación Técnica: Jorge L. de la Torre Cantero
3	Estudio del uso y aplicaciones de las tabletas digitales en la enseñanza artística. Junio de 2012	Bruno M. Loiseau Costa	Jose Luis Saorín	Coordinación Técnica: Jorge L. de la Torre Cantero
4	Tabletas Digitales y smartphones como herramientas docentes para el desarrollo de contenidos visuales o audiovisuales, en la enseñanza y aprendizaje de la educación artística. Junio de 2012	Armando J. Ruiz Yepes	Jose Luis Saorín	Coordinación Técnica: Jorge L. de la Torre Cantero

2 MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

El Marco Teórico que se aborda en esta tesis se centra en los siguientes aspectos:

- 1) Tecnologías Gráficas Avanzadas (TGAs)
- 2) Diseño y evaluación de materiales de enseñanza y aprendizaje realizados con tecnologías gráficas avanzadas.

2.1 Tecnologías Gráficas Avanzadas (TGAs).

2.1.1 Introducción

El Dibujo se ha auxiliado, a lo largo de la historia, de múltiples herramientas, máquinas o instrumentos. (Gómez Molina, 2002).

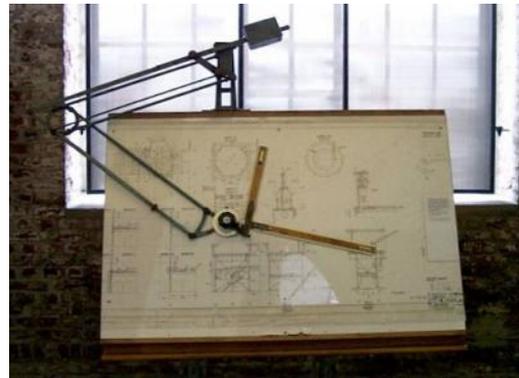


IMAGEN 5: TECNOLOGÍAS PARA EL DIBUJO A LO LARGO DE LA HISTORIA

La aparición de los ordenadores y las TIC ha supuesto una revolución en casi todos los ámbitos de la sociedad. En disciplinas técnicas que emplean el dibujo como recurso esencial, el uso de los ordenadores y las tecnologías asociadas es fundamental. (Font Andreu, 2007). El problema de estas tecnologías es que para ser utilizadas en ámbitos educativos se necesita la digitalización de los centros. La innovación de recursos tecnológicos en centros educativos no está suponiendo una renovación pedagógica relevante (Area Moreira, 2008).

Además de la innovación del modelo de enseñanza, en el caso particular de las disciplinas donde se imparte dibujo se necesitan equipos con unas prestaciones mínimas, superiores a las que disponen, por lo general, los equipos que se han introducido en los centros educativos. También es necesario software específico que aunque sea de bajo coste, requiere de actualización y formación continua por parte del profesorado. Por esto, la enseñanza del dibujo suele ir por detrás en el uso de tecnologías, ya que los centros educativos no siempre disponen de los recursos para tener las últimas tecnologías gráficas del momento.

Hoy día, a pesar de que el concepto CAD ha evolucionado hacia lo que podemos llamar Tecnologías Gráficas Avanzadas, existen centros que no sólo nunca han incorporado el CAD, sino que basan la docencia del dibujo en el trabajo mediante técnicas tradicionales.

Al mencionar Tecnologías Gráficas Avanzadas (TGAs) nos centramos en aquellas tecnologías digitales (hardware o software) que permitan incorporar contenidos con una potente carga gráfica con los que se pueda interactuar. Son tecnologías que requieren de nuevas formas de enseñar el dibujo a unos alumnos que por su afinidad hacia los medios digitales (“nativos digitales”) presentan una mayor motivación que permite mejorar su rendimiento académico (Redondo Domínguez, 2010).

Una de esas tecnología podría ser el modelado 3D. Aunque el modelado 3D es una tecnología que surge en los 80, sigue siendo innovadora en muchos centros educativos (sobre todo en enseñanza secundaria). Sin embargo, ahora lo realmente novedoso es que existen programas sencillos, gratuitos y accesibles. El software de modelado tridimensional y los equipos actuales, permiten no sólo crear modelos 3D, sino generar contenidos multimedia con dichos modelos: modelos animados, vídeos, videojuegos,...

Para determinar qué otras tecnologías pueden tener influencia en la educación, existen diferentes informes internacionales sobre la educación en el siglo XXI. Entre dichos informes algunos son elaborados por la OCDE: “Panorama de la Educación. Indicadores de la OCDE” y que se realiza anualmente; por la UNESCO: “La Educación Encierra un Tesoro”, también llamado “informe Delors”, “La educación superior en el siglo XXI. Visión y acción”, “Tras la pista de una revolución académica: Informe sobre las tendencias actuales”; por Naciones Unidas: “Educación: La agenda del siglo XXI. Hacia un Desarrollo Humano”; o desde la Unión Europea con numerosos informes, en especial los de la red Eurydice.

Dentro de estos informes existe uno específico sobre tecnologías en educación que se ha convertido en un referente: el “Informe Horizon”. Dicho informe está elaborado por la New Media Consortium’s (NMC) e identifica seis nuevos tipos de tecnologías que podrán ser de uso generalizado en la educación, analizando el impacto que se prevé en la enseñanza, el aprendizaje, la investigación y la expresión creativa. Desde el año 2009, se realizan dos informes, uno para enseñanza preuniversitaria (K-12) y otro para enseñanza universitaria.

En España, este informe se presenta desde el Instituto de Tecnologías Educativas (ITE), dependiente del Ministerio de Educación y responsable de la integración de las TIC en la enseñanza (TICE). Podemos ver la evolución de los mismos en la **Imagen 6** y la **Imagen 7**.

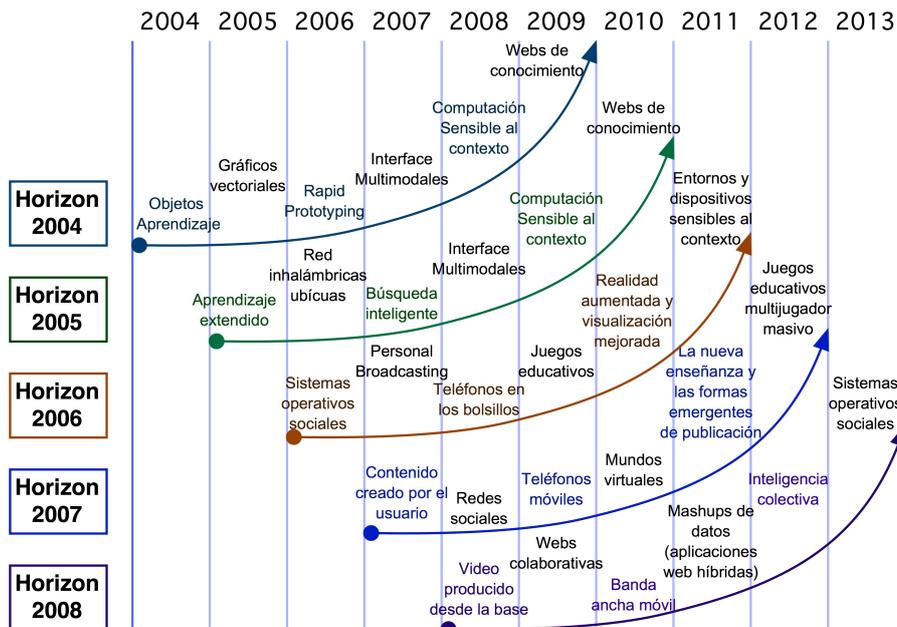


IMAGEN 6: INFORME HORIZON DESDE 2004 HASTA 2008

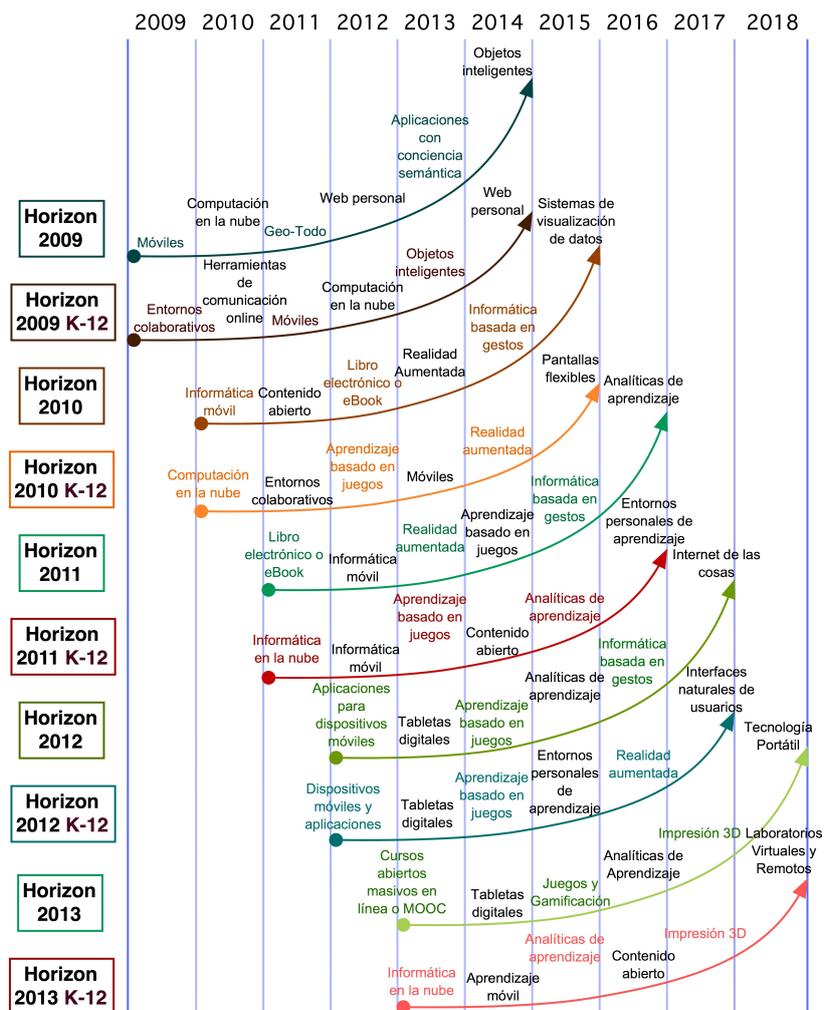


IMAGEN 7: INFORME HORIZON DESDE QUE APARECE LA EDICIÓN K-12 (2009)

Como puede observarse, entre los seis tipos de tecnologías detectados en los distintos informes Horizon, figuran algunas tecnologías muy relacionadas con la transmisión de información haciendo uso intensivo de gráficos, como por ejemplo: los ebooks, la informática móvil, la realidad aumentada y la informática basada en gestos.



IMAGEN 8: CONVERGENCIA DE TECNOLOGÍAS EN LAS TABLETAS DIGITALES

Muchas de estas tecnologías concurren en las Tabletas Digitales (Imagen 8). Por tanto, pueden ser muy relevantes las posibilidades que ofrece el denominado Tablet Learning en los procesos de digitalización tanto de la enseñanza (e-learning) como de contenidos y herramientas en los que están inmersas las instituciones educativas.

Es interesante resaltar que en 2012, las tecnologías que se espera que se adopten en un año o menos (aplicaciones para dispositivos móviles y tabletas digitales) convergen en los dos ámbitos educativos (K-12 y universitario). Esto es así por el éxito social que han tenido estas tecnologías, acompañado por numerosas experiencias educativas en todo el mundo.

Pero, más importante que las tecnologías que detectan, quizás lo más relevante de estos informes Horizon es la identificación de tendencias significativas que impulsen la implantación de tecnología en contextos educativos. En este sentido, en el informe Horizon 2012, se resaltan 6 tendencias para el periodo 2012-2017.

TABLA 9: TENDENCIAS SIGNIFICATIVAS QUE IMPULSEN LA IMPLANTACIONES DE TECNOLOGÍA EN CONTEXTOS EDUCATIVOS PARA EL PERIODO 2012-2017.

1	Horizon	Las personas esperan poder trabajar, aprender y estudiar cuando quieran y desde donde quieran.
	Horizon K-12	Los paradigmas educativos están cambiando para incluir el aprendizaje en línea, el aprendizaje híbrido y los modelos colaborativos.
2	Horizon	Las tecnologías que utilizamos están cada vez más basadas en la informática en la nube y nuestras nociones de apoyo a la TI están descentralizadas.
	Horizon K-12	La multitud de recursos y relaciones disponibles en internet nos obliga a revisar nuestro papel como educadores.

3	Horizon	El ámbito laboral es cada vez más colaborativo, lo que conlleva cambios en el modo de estructurar los proyectos estudiantiles.
	Horizon K-12	Como el costo de la tecnología está bajando y la escuela tiene menos medios, cada vez es más común que se permita a los estudiantes que usen sus propios dispositivos móviles (“bring your own device/B”).
4	Horizon	La multitud de recursos y relaciones disponibles en internet nos obliga a revisar nuestro papel como educadores.
	Horizon K-12	Las personas esperan poder trabajar, aprender y estudiar cuando quieran y desde donde quieran.
5	Horizon	Los paradigmas educativos están cambiando para incluir el aprendizaje en línea, el aprendizaje híbrido y los modelos colaborativos.
	Horizon K-12	La tecnología continua afectando profundamente en nuestra forma de trabajar, colaborar, comunicar y tener éxito.
6	Horizon	Cada vez se da más importancia al aprendizaje activo y basado en problemas
	Horizon K-12	Hay un nuevo énfasis en el aula por el aprendizaje activo y basado en retos

Además, en este informe se consideran los retos y dificultades a las que se enfrentan las instituciones educativas ante la implantación de tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

TABLA 10: RETOS CRÍTICOS DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ANTE LA IMPLANTACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PARA EL PERIODO 2012-2017

1	Horizon	Las presiones económicas y los nuevos modelos educativos están generando una competencia sin precedentes en los modelos tradicionales de enseñanza universitaria.
	Horizon K-12	La alfabetización digital tiene cada vez más importancia como destreza clave en cualquier disciplina y profesión, especialmente en la enseñanza.
2	Horizon	Los criterios de evaluación retrasan la aparición de nuevas formas de autoría, publicación y búsqueda académica.
	Horizon K-12	La enseñanza primaria y secundaria (K-12) debe abordar la combinación de la educación formal con el aumento de la educación informal.
3	Horizon	La alfabetización digital tiene cada vez más importancia como destreza clave en cualquier disciplina y profesión
	Horizon K-12	La demanda de aprendizaje personalizado no está adecuadamente soportado por las prácticas o la tecnología actual.
4	Horizon	Las barreras institucionales constituyen un gran reto para la implantación positiva de nuevas tecnologías.
	Horizon K-12	Las barreras institucionales constituyen un gran reto para la implantación positiva de nuevas tecnologías.
5	Horizon	Las nuevas modalidades de investigación plantean retos significativos para las bibliotecas y colecciones universitarias, para la forma de documentar la búsqueda y para los modelos empresariales que sustentan estas actividades.
	Horizon K-12	El aprendizaje que incorpora las experiencias de la vida real no está ocurriendo lo suficiente y está infravalorado cuando tiene lugar.
6	Horizon K-12	Muchas de las actividades relacionadas con el aprendizaje y la educación tienen lugar fuera del aula y por lo tanto no forman parte de las métricas tradicionales de aprendizaje.

Dentro de las tecnologías indicadas en el informe Horizon, existen unas con una mayor componente gráfica. Entre éstas están la realidad aumentada, las tabletas digitales, numerosas aplicaciones para dispositivos móviles, etc.

La Realidad Aumentada permite, por ejemplo, visualizar contenidos multimedia con los que tener cierta interacción, complementando la información recogida en un texto, o visualizar datos multimedia cuando enfocamos con la cámara de un móvil a un monumento.

Las Tablet Digital con sus pantallas multitáctil, su gran autonomía y equipamiento nos permiten visualizar y crear todo tipo de información gráfica multimedia: vídeo, animaciones, modelos tridimensionales, mapas, ...

En cierto modo, las Tablet Digital están aglutinando muchas de estas tecnologías gráficas avanzadas, dado que en su pantalla multitáctil podemos visualizar todo tipo de contenidos multimedia como vídeos, ciertos contenidos de Realidad Aumentada, modelos tridimensionales animados,... y además con estos dispositivos podemos crear la mayoría de esos contenidos (Saorín Pérez, de la Torre Cantero, Martín Dorta, Carbonell Carrera, & Contero González, 2011).



IMAGEN 9: TECNOLOGÍAS GRÁFICAS AVANZADAS EN EL CONTEXTO DE ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Las herramientas asociadas al dibujo han evolucionado a lo largo de la historia. Con la aparición de los ordenadores surge un punto inflexión a partir del cual empieza un proceso de digitalización de las actividades del dibujo, tanto en lo que se refiere a las herramientas como a los materiales educativos. En este trabajo de tesis se hace una aproximación al proceso de digitalización de los contenidos asociados al dibujo en contextos educativos.

En este sentido, en el entorno español existen varias tesis doctorales que abordan el proceso de digitalización de la enseñanza de contenidos asociados al dibujo. Algunas de estas tesis se detallan en la **Tabla 11**.

TABLA 11: TESIS DOCTORALES EN ESPAÑA QUE ABORDAN LA ENSEÑANZA DE CONTENIDOS ASOCIADOS AL DIBUJO UTILIZANDO TECNOLOGÍAS GRÁFICAS AVANZADAS

Año: 2012	Autor: Carlos Melgosa Pedrosa
Título:	Director: Dr. Basilio Ramos Barbero
1 <i>"Diseño y eficacia de un gestor web interactivo de aprendizaje en ingeniería gráfica para el desarrollo de la capacidad de visión espacial"</i>	Universidad de Burgos (UB): Escuela Politécnica Superior, Departamento de Ingeniería Civil

	<p>En este trabajo de investigación se diseña y desarrolla un gestor web interactivo (ILMAGE_SV) para el aprendizaje de la expresión gráfica en la ingeniería especializado en el desarrollo de la capacidad de visión espacial. Esta herramienta se valida mediante experimentación con dos grupos de estudiantes (experimental y de control), a los que se administra una encuesta final para conocer la eficacia, eficiencia y satisfacción de los usuarios.</p> <p>De los resultados de la experimentación, resulta que el gestor diseñado es un recurso que permite desarrollar de forma significativa la capacidad de visión espacial de sus usuarios.</p>
	<p>Año: 2010</p> <p>Autora: Adoración Peña Mecina</p>
2	<p>Título: "Enseñanza de la Geometría con TIC en educación secundaria obligatoria"</p> <p>Director: Dr. Domingo J. Gallego Gil</p> <p>Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED): Departamento de Didáctica, Organización Escolar y Didácticas Especiales</p>
	<p>Trabajo de investigación experimental, con docentes y alumnos enmarcado, en el centro de secundaria IES "Virrey Morcillo" de Villarrobledo (Albacete), donde se investiga y reflexiona sobre el binomio Geometría-TIC, teniendo en cuenta dos de los ejes principales del proceso enseñanza-aprendizaje: profesores y alumnos.</p> <p>De los resultados de la investigación se concluye, entre otras cosas, que el profesorado de matemáticas tiene y recibe poca formación en TIC.</p>
	<p>Año: 2009</p> <p>Autor: Jordi Torner Ribé</p>
3	<p>Título: "Desarrollo de habilidades espaciales en la docencia de la Ingeniería Gráfica"</p> <p>Director: Dr. Francesc Alpiste Peñalba</p> <p>Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) Laboratori d'Aplicacions Multimèdia Doctorat en Enginyeria Multimèdia</p>
	<p>Estudio realizado con alumnos de primer curso de ingeniería para comprobar si el uso de herramientas de modelado de sólidos 3D como Solidworks, desarrolla las Habilidades Espaciales. Se realizan test de Habilidades Espaciales al principio y final del curso.</p> <p>Este trabajo de investigación, se enmarca dentro de iniciativas de mejora de calidad docente, en el ámbito de la adaptación de la asignatura Expresión Gráfica y Diseño asistido por ordenador al modelo acordado en Bolonia.</p>
	<p>Año: 2009</p> <p>Autor: Rafael Torres Buitrago</p>
4	<p>Título: "Aplicación de la metodología interactiva del dibujo técnico en la enseñanza secundaria con el programa cabri 2d-3d."</p> <p>Director: Dr. Roberto V. Giménez Morell</p> <p>Universidad Politécnica de Valencia (UPV): Facultad de BBAA, Departamento de Dibujo</p>
	<p>Estudio que persigue mejorar la calidad de la enseñanza del Dibujo Técnico, ayudando a los alumnos a desarrollar la capacidad espacial y el razonamiento abstracto, haciendo uso de programas informáticos como Cabri 2D-3D, con el fin de llegar a la integración real de las TIC dentro de las programaciones didácticas del Dibujo Técnico.</p> <p>Como resultado de esta investigación, se concluye que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Los alumnos con ejercicios adecuados, desarrollan sus capacidades espaciales con un aprendizaje progresivo, interactivo, no memorístico y creativo. 2) Los alumnos con mayores dificultades de aprendizaje, en general mejoran sus resultados. 3) Los alumnos pueden llevar diferentes ritmos de trabajo y/o aprendizaje. 4) Aumenta en general el interés de los alumnos por el Dibujo Técnico. 5) Aumenta el interés en aquellos alumnos que con la enseñanza tradicional estaban desmotivados y/o en riesgo de abandonar la materia. 6) Mejoran en la exactitud del trazado y reducen el tiempo de trabajo aprovechando las ventajas de las nuevas tecnologías.
	<p>Año: 2007</p> <p>Autor: Jordi Font Andreu</p>
5	<p>Título: "Impacto tecnológico del CAD en la docencia de la Expresión Gráfica en la Ingeniería"</p> <p>Director: Dr. Jordi Gratacòs Roig</p> <p>Universidad de Barcelona (UB): Facultad de Bellas Artes, Departamento de Dibujo</p>

	<p>Trabajo de investigación centrado en los cambios metodológicos y en las más importantes consecuencias que ha comportado la aparición de una nueva herramienta de diseño respecto a la práctica y los contenidos del Área de conocimiento de Ingeniería Gráfica. Se han tratado datos disponibles de los centros públicos del territorio español desde la implantación de los planes de estudios de 1993.</p> <p>En esta investigación se concluye en que el uso de las herramientas de Diseño Asistido CAD 3D en la docencia de la Ingeniería Gráfica ha comportado nuevas formas de concebir la práctica de la geometría, mediante nuevos métodos de generación de modelos geométricos.</p>	
6	Año: 2004	Autora: Ángeles Lara Temiño
		Directora: Dra. Noemí Martínez Díez
	“Utilización del ordenador para el desarrollo de la visualización espacial”	Universidad Complutense de Madrid (UCM): Facultad de Bellas Artes, Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica
	<p>El proyecto de investigación consiste en diseñar y aplicar los programas educativos de dibujo a una serie de cursos de forma experimental y comprobar su incidencia en la capacidad de visualización espacial y en el razonamiento abstracto. Para ello se realiza un trabajo de campo con cinco grupos de alumnos de distintos niveles de la E.S.O. en el Instituto “Julio Verne”, dentro de la asignatura de Educación Plástica y Visual.</p>	
7	Año: 2001	Autor: Antonio María Carretero Díaz
		Director: Dr. Luis Jesús Félez Mindán
	“Metodología didáctica para enseñanza de Geometría Descriptiva basada en un Tutor-Evaluador y en un Generador de ejercicios integrados en un entorno de propósito constructivo general”	Universidad Politécnica de Madrid (UPM): Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
	<p>Trabajo de investigación centrado en el desarrollo y validación de una aplicación informática para la generación de problemas de sistema diédrico y su solución automática.</p>	
8	Año: 2000	Autor: Jesús Murillo Ramón
		Director: Dr. Josep María Fortuny
	“Un entorno interactivo de aprendizaje con Cabri-actividades, aplicado a la enseñanza de la geometría en la E.S.O.”	Universidad Autónoma de Barcelona (UAB): Departament de Didáctica de las Matemática i de las Ciéncies Autònoma de Barcelona
	<p>Trabajo de investigación centrado en el diseño e implementación de un sistema interactivo y colaborativo de enseñanza de la geometría en la ESO, que permita al alumno trabajar de forma autónoma e independiente o en interacción con el tutor u otros alumnos, contribuyendo de esta manera a que el sistema de enseñanza se adapte al ritmo de aprendizaje de cada alumno.</p>	
9	Año: 1996	Autor: José Manuel Sánchez Bautista
		Director: Dr. Roberto V. Giménez Morell
	“El ordenador en la didáctica del Dibujo Técnico”	Universidad Politécnica de Valencia (UPV): Facultad de Bellas Artes, Departamento de Dibujo
	<p>Trabajo de investigación en el que se realiza un análisis general de la enseñanza del dibujo técnico en diferentes ámbitos educativos (primaria, secundaria, formación profesional y universidad) y la implicación del uso del ordenador en su didáctica.</p>	

Dentro del grupo DEHAES (Desarrollo de Habilidades Espaciales), se han realizado cuatro tesis doctorales en las que se investiga sobre el desarrollo de Habilidades Espaciales relacionadas con el uso de Tecnologías Gráficas Digitales. En la **Tabla 12** se puede ver las tecnologías analizadas en dichas tesis.

TABLA 12: TESIS DOCTORALES REALIZADAS POR MIEMBROS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN DEHAES EN LAS QUE SE UTILIZAN TECNOLOGÍAS GRÁFICAS

1	Año: 2006	Autor: Jose Luis Saorín
	Título: "Estudio del efecto de la aplicación de tecnologías multimedia y del modelado basado en bocetos en el desarrollo de las habilidades espaciales."	Director: Dr. Manuel Contero Universidad Politécnica de Valencia (UPV): Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería.
	Trabajo de investigación centrado en el uso de tecnologías multimedia con soporte web y la utilización de interfaces caligráficas para la mejora la adquisición de habilidades espaciales.	
2	Año: 2009	Autora: Norena Martín Dorta
	Título: "Análisis del uso de dispositivos móviles en el desarrollo de estrategias de mejora de las habilidades espaciales."	Directores: Dr. Manuel Contero y Dr. Jose Luis Saorín Universidad Politécnica de Valencia (UPV): Departamento de Ingeniería Gráfica.
	Trabajo de investigación en el que se valora la utilización de dispositivos móviles tipo Smartphone dirigido a la mejora de habilidades espaciales. También se valora la utilización del modelado 3D conceptual para la mejora de dichas habilidades.	
3	Año: 2010	Autor: Jorge Martín Gutiérrez.
	Título: "Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la Ingeniería."	Director: Dr. Manuel Contero y Dr. José Luis Saorín. Universidad Politécnica de Valencia (UPV): Departamento de Ingeniería Gráfica.
	En este trabajo de investigación, se ha utilizado la realidad aumentada como tecnología gráfica para la generación de materiales docentes dirigidos al desarrollo de las habilidades espaciales.	
4	Año: 2011	Autor: Carlos Carbonell Carrera.
	Título: "Modelado 3D, Tecnologías de Información Geográfica y Tabletas Digitales como herramientas de innovación docente para la adquisición de competencias espaciales (orientación espacial) en el ámbito de la Ingeniería Marítima."	Director: Dr. Antonio M. González Marrero y Jose Luis Saorín. Universidad de La Laguna (ULL): Departamento de Ingeniería Marítima.
	En este trabajo de investigación, se ha utilizado las tabletas digitales como herramienta de soporte para talleres de mejora de orientación espacial. También se ha utilizado el Taller de Modelado 3D que se describirá en el apartado 3 de este documento.	

2.1.2 Nuevos paradigmas del Modelado 3D.

2.1.2.1 Introducción

El modelado 3D es una tecnología con un recorrido de más de 30 años, que en un principio está asociado a los entornos de desarrollo CAD para ingeniería (Bozdoc, 2003). Aunque el uso de aplicaciones CAD se generaliza en la década de los 70, el modelado 3D aparece en el mercado en la década de los 80.

La evolución del modelado 3D va unida al desarrollo tecnológico de los ordenadores tanto en hardware como en software (Del Caño, de la Cruz, & Solano, 2007). A partir de los 90 deja de ser una tecnología exclusivamente para su uso en arquitectura e ingeniería y se introduce paulatinamente en otros sectores como la industria del cine y del video-juego. Actualmente, el modelado 3D es una tecnología que está integrada en prácticamente todos los sectores (medicina, patrimonio, arte, ...).

En España, el uso los ordenadores para enseñar dibujo, Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO), se remonta a 1987 (Font Andreu, 2007). Pero es en la década de los 90 cuando se hace extensiva la introducción del CAD en la aulas y a finales de esa década cuando se empieza a impartir docencia de modelado tridimensional, principalmente, en las escuelas de ingeniería.

Por tanto, a pesar de que podemos apreciar que no es una tecnología reciente tanto en contextos profesionales como en entornos docentes, actualmente existe un determinado tipo de herramientas de modelado 3D con unas características que permiten incluirlo como una tecnología gráfica avanzada de gran utilidad en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Entre las características que hacen del modelado 3D un gran aliado para los procesos de enseñanza-aprendizaje hay aspectos que, como se comenta en el apartado 2.2, permiten aprender más, mejor y distinto.

Este tipo de herramientas son muy sencillas, con una reducida curva de aprendizaje (eficiencia en la enseñanza y el aprendizaje). Son fáciles de adquirir por parte de alumnos y profesores, disponibles de forma gratuita para distintos sistemas operativos y dispositivos y permiten, en muchos casos, una personalización rápida y sencilla de la interfaz, permitiendo una experiencia satisfactoria, que junto con la posibilidad de obtener buenos resultados en poco tiempo inciden en la motivación de los alumnos.

Estas características de “democratización” del modelado tridimensional, permiten incorporarlo sin excesivos problemas a niveles educativos de enseñanza secundaria (e incluso los últimos cursos de primaria). Utilizada con sensatez, puede ayudar a crear actividades personalizadas centradas en el alumno que permitan desarrollar las competencias que se demandan para el siglo XXI, muchas de las cuales tienen estrecha relación con las TIC (Ananiadou & Claro, 2009).

Una característica importante de este tipo de aplicaciones de modelado 3D son sus entornos colaborativos donde existe una gran cantidad de usuarios que comparten conocimiento de forma gratuita (modelos 3d, tutoriales, ...). Además, estas herramientas permiten realizar muchas más cosas que modelar objetos en 3D y en algunos casos, sus funcionalidades se pueden aumentar con la adición de extensiones o Plugins.

Todas las características mencionadas, hacen que sea viable el uso de estas aplicaciones en enseñanza secundaria dado que minimiza aspectos tecnológicos que frenan procesos de innovación educativa, como la dotación en los centros o la formación del profesorado. Entre este tipo de aplicaciones de modelado 3D, se destacan en este trabajo de investigación a SketchUp (actualmente de Trimble) y a la suite 123D, desarrollada por Autodesk.

2.1.2.2 Trimble SketchUp

Creada por @Last Software, la primera versión de SketchUp aparece en el 2000. En 2006 la empresa Google adquiere @Last Software, y con ello los derechos de desarrollo sobre SketchUp, pasando a llamarse Google SketchUp. Finalmente, en 2012, Google decide vender este software a Trimble, conocida por sus soluciones GPS. Actualmente, la última versión es Trimble SketchUp 2013 (Pro y gratis).

Entre las características a destacar de este software, que permite a todo tipo de personas acercarse al modelado 3D sin tener que ser un usuario experto, se destacan:

- a. Accesibilidad para la adquisición: con versiones para Windows y Mac Os, dispone de una versión gratuita, totalmente operativa y una versión de pago, bastante económica, a la que se añade funcionalidades. Además, para la versión de pago tiene planes para el sector educativo, en condiciones muy ventajosas.
- b. Experiencia de usuario: interfaz amigable, de fácil y rápida personalización con pocas órdenes y muy intuitivas. Además, existe una gran comunidad de desarrolladores que crean aplicaciones complementarias (plugins) que permiten dar al programa capacidades específicas.
- c. Eficiencia en la enseñanza-aprendizaje: tiene una reducida curva de aprendizaje que permite obtener modelos tridimensionales rápidamente, conociendo tan sólo unas pocas herramientas. Este aspecto, permite una autonomía en el aprendizaje que lo diferencia de programas que requieren un largo proceso de tutorización para dominar su uso y crear modelos tridimensionales.
- d. Aprendizaje autónomo: una de las características importantes es la existencia en su web, de un plan de formación por video-tutoriales organizados por niveles, que permiten realizar un autoaprendizaje de la aplicación, sin prácticamente explicaciones por parte de un tutor.
- e. Aprendizaje colaborativo: junto con las comunidades espontáneas de usuarios que, por ejemplo, comparten sus vídeo-tutoriales de SketchUp en canales como YouTube, existe en el portal web de esta aplicación una activa comunidad con foros, blog, boletín de últimas noticias, notas de prensa,... y una galería denominada "3D Warehouse" en la que se pueden compartir gratuitamente infinidad de modelos 3D. Esta característica permite a los usuarios *construir y compartir conocimiento*, no sólo a través de un lenguaje gráfico usando modelos 3D, sino a través de otro tipo de narrativas en las que se usa el texto o el vídeo cuando se crean tutoriales o video-tutoriales.
- f. Aprendizaje en contexto: la posibilidad de conectar de forma sencilla este programa con Google Earth, permite plantear proyectos en grupo o de forma individual y visualizarlos contextualizados geográficamente. Esto no sólo es relevante en

entornos de proyectos de arquitectura e ingeniería, sino en muchos otros como patrimonio, arte, medioambiente, etc., lo que permite trabajar de forma multidisciplinar.

Las características mencionadas hacen de este programa una herramienta natural en distintas asignaturas de enseñanza secundaria como Expresión Plástica y Visual, Dibujo Técnico, Informática o Tecnología, también en distintas familias de formación profesional (edificación, madera, fabricación mecánica). Además, también puede ser una importante herramienta en muchas otras áreas (química, biología, matemáticas,..) en los que la descripción de contenidos mediante gráficos tridimensionales puede mejorar la información y la comunicación.

En cuanto al entorno de trabajo, su sencillez y su potencialidad para realizar presentaciones mediante diferentes escenas en las que secuencialmente, se puede combinar un espacio tridimensional con un primer plano y un fondo en los que situar imágenes 2D, junto con la posibilidad de configurar de forma sencilla e intuitiva, numerosos ajustes (cámaras, estilos de visualización, sombras, ...) hacen de esta aplicación no sólo una gran herramienta para la creación en general, sino un potentísimo recurso para la transmisión de información y conocimiento mediante narrativas gráficas.

En este último sentido, podemos encontrar ejemplos como el del profesor de enseñanza secundaria Josep María Rovira i Juan que utiliza SketchUp para crear los modelos 3D en el proyecto de web didáctica: *"Cabrera de Mar, arqueología i patrimoni"* (Rovira i Juan, 2010).

En el Congreso Nacional de Contenidos Educativos Digitales (Mérida, 2012), Víctor García y Óliver Martín presentan la experiencia *"3D al alcance de todos/as"*, siendo un sencillo ejemplo de adecuación metodológica trabajando contenidos y competencias utilizando herramientas digitales en el contexto de enseñanza secundaria y que describen de la siguiente forma:

"Es una tarea diseñada para el trabajo en competencias básicas desde el área de Educación Plástica y Visual, que concluye con la elaboración de un video creado a partir de imágenes tridimensionales generadas con el programa Google SketchUp.

El trabajo de los alumnos/as parte de la elección de un cuento para versionarlo en 3D. Se desarrolla repartiendo el trabajo en pequeños grupos para distribuirse los distintos dibujos que se convertirán en las escenas del video final. Y concluye con la edición de un video al que se le podrá dar diferentes cauces de distribución: blog educativo del centro, YouTube, Vimeo, etc...."

También, SketchUp, es una herramienta válida en contextos universitarios, como lo demuestran las experiencias realizadas en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB) durante los cursos 2010-2011 y 2011-2012 en primero de Grado de Arquitectura (Redondo, Fonseca, Santana, & Navarro, 2012) o con alumnos de niveles académicos superiores, en el mismo centro (Redondo & Santana, 2010), donde según los autores: *"La metodología empleada en nuestro caso es low cost, absolutamente aplicable en cualquier entorno educativo"*.

Otras experiencias en entornos universitarios describen su uso en diferentes contextos: como herramienta de diseño en robótica (Guzmán, Gutiérrez, & Meza, 2001), en la creación de videojuegos (Medrano Sanz, 2009), para la simulación de tráfico urbano

(Romero Pérez, 2009), para el aprendizaje del dibujo tecnológico (Gavino, Fuentes, & Defranco, 2012), en el desarrollo de competencias en los grados de Bellas Artes (De la Torre Cantero J., Saorín, Carbonell, Del Castillo Cossío, & Contero, 2012), o para mejorar las habilidades espaciales en los estudiantes de ingeniería (Martín-Dorta, Saorín, & Contero, 2008).

Por todo lo expuesto, podemos considerar que SketchUp puede ser es un excelente recurso que proporciona tanto al profesor como al alumno una herramienta de comunicación para su utilización en una variedad de contextos. Además, supone una oportunidad para los alumnos de utilizar herramientas similares a las que muchos profesionales utilizan actualmente.

2.1.2.3 Suite Autodesk 123D

A diferencia de SketchUp, que es creada por una pequeña empresa como @Last Software, 123D nace desde el gigante americano del software gráfico, Autodesk inc. Sin embargo, resulta interesante observar que surge como versión beta desde el entorno abierto y colaborativo de Autodesk: *Autodesk Labs*. En este entorno, se puede acceder, desde 2007, de forma gratuita a muchos de los avances tecnológicos que desarrolla la empresa americana.

Es importante relacionar este aspecto de entorno colaborativo con las tecnologías emergentes que aparecen en el informe Horizon y comprobar que la estrategias de esta empresa están en línea con las tendencias tecnológicas que se detallan en dicho informe. En 2008, se indica que una de las tecnologías a implementarse en un año o menos eran las webs colaborativas.

Si con SketchUp podemos decir que se democratiza el modelado 3D en la primera década de este siglo XXI, se podría decir que a partir de la suite Autodesk 123D se democratizan muchos procesos y tecnologías avanzadas. Con las distintas aplicaciones que ofrece la gama de Autodesk 123D se tiene acceso a tecnologías de modelado de sólidos, de fabricación asistida o ingeniería inversa mediante fotogrametría. Además, integra distintas tecnologías como es la computación en la nube (tanto para almacenar, como para realizar procesos de renderizado o de generación de modelos 3D a partir de fotografías), versiones para Tablet Digital y Smartphones, la posibilidad de realizar modelos 3D desde el navegador, sin necesidad de instalación y otras funcionalidades.

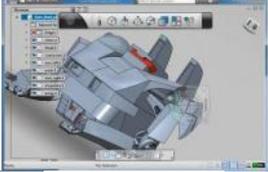
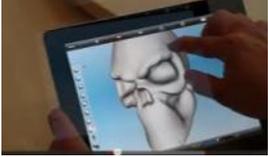
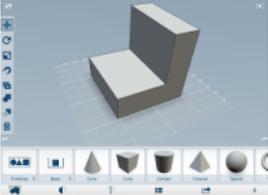
En la **Tabla 13** se puede apreciar el desarrollo que ha tenido de la suite 123D en poco más de un año (mayo 2011 a noviembre de 2012), lo que hace pensar en la apuesta por esta línea de programas.

TABLA 13: EVOLUCIÓN TEMPORAL DE DESARROLLO DE LA SUITE AUTODESK 123D

Versión	Dispositivo	Fecha de lanzamiento
123D (Beta)	PC	Mayo 2011
123D Catch	PC	
123D Make	PC y Mac	Noviembre 2011
123D Sculpt	iPad	
123D Make	iPad	Abril 2012
123D Catch	iPad y My Corner (en la nube)	Mayo 2012
123D Catch	iPhone	Septiembre 2012
123D Design	iPad, Mac, PC, Navegador Web y el espacio "Mis proyectos" (en la nube). Cuenta Premium (99.99 dólares/año: 25 Gb de almacenamiento)	Noviembre 2012

Hay que resaltar, que de momento, todos los programas son gratuitos y se ofrecen algunos servicios asociados de pago que pueden interesar a determinados usuarios.

TABLA 14: FAMILIA DE APLICACIONES DE LA SUITE AUTODESK 123D

Versión	Breve descripción funcionalidades	Imagen Interfaz
 123D Beta (PC)	Esta versión (a desaparecer) trabaja en un entorno simplificado similar a los programas de modelado de sólidos como Inventor.	
 123D Make (PC, Mac, iPad y Navegador web)	Permite crear modelos 3D reales a partir de los modelos realizados con 123D Design, mediante la impresión de planos 2D para montar con distintas técnicas y materiales.	 Interfaz en iPad y modelo real construido
 123D Sculpt (iPad)	Esta es una aplicación disponible sólo para iPad y permite modelar de forma orgánica, de forma similar a Zbrush o Mudbox utilizando ordenador.	
 123D Catch (PC, iPad, iPhone y Navegador web)	Permite generar modelos 3D a partir de la captura fotográfica. Los procesos de cálculo se realizan con computación remota (en la nube).	 Interfaz en PC
 123D Design (PC, Mac, iPad y Navegador web)	Permite realizar modelos 3D con gran facilidad y conectarlos con impresoras 3D y CNC mediante la exportación de ficheros .stl.	

Al igual que se hace con SketchUp, se detallan las características más destacables de esta colección de aplicaciones, que permiten pensar en la posibilidad de integración de este tipo de herramientas en contextos educativos de secundaria y post-secundaria:

- Accesibilidad para la adquisición: con versiones gratuitas para Windows y Mac Os, disponibles para dispositivos móviles (Tabletas Digitales y Smartphones). Además, ofrecen servicios gratuitos de almacenaje de modelos 3D en la nube y planes de pago que pueden interesar a determinados usuarios.
- Experiencia de usuario: la interfaz de todas las aplicaciones es amigable y muy intuitiva. Hay que resaltar que están pensadas para ser utilizadas en contextos de tecnología accesible y por tanto la experiencia de usuario está alejada de la de expertos en CAD.

- c. Eficiencia en la enseñanza-aprendizaje: todas las aplicaciones son sencillas de aprender y en muy poco tiempo se puede obtener modelos tridimensionales desde diversos dispositivos e incluso se pueden fabricar dichos modelos con distintas técnicas (impresión 3D o CNC, corte planos 2D). En este caso, la experiencia es muy distinta a la de simplemente terminar con un modelo 3D Digital.
- d. Aprendizaje autónomo: al igual que SketchUp, existen recursos formativos que permiten acelerar el aprendizaje de las distintas herramientas e inspiran en el uso creativo de las mismas. Como otros muchos entornos de hoy día, existe un canal específico de YouTube dedicado a esta suite: <http://www.youtube.com/user/123d>, con numerosos video-tutoriales de aprendizaje de las herramientas y de ejemplos de uso en muy diversos contextos.
- e. Aprendizaje colaborativo: de cada una de las aplicaciones, existen galerías para compartir modelos 3D que se pueden descargar, así como realizar aportaciones con los propios modelos. Además, existe una activa comunidad en Facebook: <https://www.facebook.com/Autodesk123D>.
- f. Aprendizaje en contexto: las distintas aplicaciones permiten trabajar experiencias en las que se utilicen dispositivos móviles como el iPhone o el iPad para sacar fotos de, por ejemplo una escultura o una fuente y obtener mediante 123D Catch su modelo 3D para estudiarlo en el aula e incluso fabricar su maqueta usando 123D Design y 123D Make. También usando el 123D Sculpt en iPad se puede modelar al aire libre frente a, por ejemplo, el busto de un personaje relevante y realizar el proceso de fabricación mencionado para obtener su maqueta o prototipo.

Por lo expuesto, tanto Trimble SketchUp como Autodesk 123D reúnen características muy importantes como para ser contempladas en contextos educativos donde la generación de modelos 3D aporte una experiencia de mejora en los procesos de enseñanza-aprendizaje en general, y más concretamente en el ámbito abordado en esta investigación, como es la enseñanza del dibujo, diseño y artes plásticas.

Debido a la reciente aparición y actualización de las diferentes aplicaciones (final de 2011 en adelante), en este trabajo de investigación, no se han realizado experiencias prácticas con alumnos utilizando la suite Autodesk 123D.

2.1.3 Realidad Aumentada y sus aplicaciones en educación

2.1.3.1 Introducción

Desde el 2006, la Realidad Aumentada ha aparecido en los distintos informes Horizon como una tecnología a ser implementada de forma generalizada en la educación. Aunque la Realidad Aumentada no aparece en el avance del 2013, sí se contempla en la lista de doce tecnologías emergentes en contextos educativos, previa al informe final.

Actualmente existen múltiples aplicaciones y propuestas innovadoras bajo la tecnología de la Realidad Aumentada, que posibilitan relacionar imágenes reales y virtuales, además de la posición geográfica del usuario en un entorno.

La realidad aumentada (RA) es una tecnología que permite la interacción del usuario con el mundo físico y real que lo rodea. La RA combina tres dimensiones (3D) de objetos

generados por ordenador y texto superpuesto sobre imágenes reales y vídeo, todo en tiempo real. La RA permite al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestas o compuestas con el mundo real (Azuma, 1997). Es una mezcla de elementos reales y elementos virtuales añadidos. Los objetos virtuales pueden ser manipulados por el individuo, que puede coordinar sus movimientos con las manos para obtener el punto de vista de que mentalmente desea. Azuma (1997) define la RA como una variación de los entornos virtuales (Martín-Gutierrez, Albert Gil, Saorín, & Contero, 2010).

Ian Sutherland crea el primer sistema de realidad aumentada en el año 1968. Debido a las limitaciones tecnológicas del momento, sólo se podían visualizar modelos simples en tiempo real (Sutherland, 1968). La primera publicación data de 1992 (Caudell & Mizell, 1992), donde se estudian las ventajas de la RA frente a la Realidad Virtual (RV). En 1996 se presenta (Rekimoto, 1996) un sistema de marcas planas 2D que permite el seguimiento de la cámara con seis grados de libertad. En 1997 se publica el primer estudio sobre RA (Azuma, 1997) y se empiezan a desarrollar aplicaciones con RA (Feyner, Macintyre, Höllerer, & Webster, 1997). En 1999 se presenta ARToolkit, una librería de marcas fiduciales cuadradas a partir de las cuales se puede obtener la orientación de las marcas. ARToolkit está disponible en código abierto y es una herramienta muy utilizada para el desarrollo de aplicaciones en RA de manera sencilla (Kato & Billinghurst, 1999).

La realidad aumentada (RA) es una tecnología utilizada en distintos contextos. Encontramos ejemplos de uso en el ámbito militar, en la medicina, en el diseño, en ingeniería, en la robótica, en aplicaciones de fabricación, en mantenimiento y reparación, en la enseñanza y el aprendizaje, en el entretenimiento, en tratamientos psicológicos, etc. (Azuma, 1997; Azuma, Bailiot, Behringer, & Feiner, 2001).

En las siguientes líneas se destacan algunas de las primeras aplicaciones desarrolladas con fines educativos:

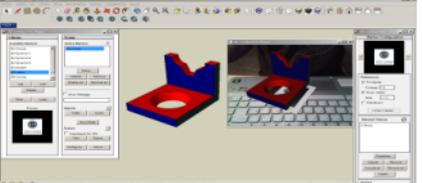
1. *Construct3D* (Kaufmann, 2002) es un sistema de RA para la construcción de geometrías 3D. Fue diseñado para el aprendizaje de las matemáticas y la geometría. Se ha probado con los estudiantes para comparar el aprendizaje tradicional con el sistema de RA.
2. El *Mixed Reality Lab* de Singapur (www.mixedrealitylab.org) ha desarrollado varios sistemas de RA con fines educativos, tales como: un sistema de RA para el aprendizaje del sistema solar, un sistema de RA para aprender cómo germinan las plantas, etc.
3. Billinghurst, Kato, & Poupyrev, (2001) presentan el *Magic Book*. Parece un libro normal, pero las páginas son marcadores. Cuando el sistema detecta un marcador, se muestra una imagen o se inicia una historia en vídeo. Este tipo de libros se puede utilizar para el aprendizaje, cuenta cuentos, etc.
4. El *Magic Story Cube* (Zhou, Cheok, Li, & Kato, 2005) utiliza un cubo como una interfaz tangible que está plegado o desplegado.
5. AR-DEHAES, un augmented book desarrollado en el año 2008 por el grupo de investigación en habilidades espaciales de la Universidad de La Laguna, junto con el Instituto Interuniversitario de investigación en Bioingeniería y Tecnología Orientada al ser humano de la Universidad Politécnica de Valencia (LabHuman) (Martín-Gutierrez, Albert Gil, Saorín, & Contero, 2010).

En el contexto de esta tesis no se pretende realizar desarrollo de software con este tipo de tecnología, sino diseñar y generar contenidos en los que la Realidad Aumentada permita mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera eficiente y que además sea viable su incorporación en los contextos educativos donde se han realizado experiencias.

Para ello, se desarrollan contenidos educativos con Realidad Aumentada utilizando ordenador con webcam y utilizando Tablet Digital y Smartphones. Estos dispositivos, que disponen de cámara y la posibilidad de geolocalización, están incorporando aplicaciones de Realidad Aumentada que permiten realizar experiencias educativas con esta tecnología en entornos alejados de las aulas, siendo esta característica de poder aprender y explorar en contexto y en tiempo real, uno de los aspectos más atractivos de esta tecnología.

Cada vez son más las aplicaciones que permiten generar contenidos en realidad aumentada para todo tipo de dispositivos. Esta tecnología está en constante desarrollo y, además, su evolución ha estado en sintonía con otros avances tecnológicos como el desarrollo de la geolocalización, los smartphones y las tabletas digitales. Para este trabajo de investigación se han analizado diversas aplicaciones de generación de contenidos en realidad aumentada para desarrollar materiales con fines educativos. De entre las aplicaciones estudiadas se ha hecho una selección que se presenta en la **Tabla 15**.

TABLA 15: ENTORNOS/APLICACIONES PARA LA GENERACIÓN DE CONTENIDOS EN REALIDAD AUMENTADA

 <p>https://www.buildar.com</p>	<p>Sencillo entorno para la creación de contenidos de realidad aumentada geolocalizada.</p>	
 <p>http://www.layar.com/</p>	<p>Aplicación de realidad aumentada geolocalizada con gran implementación.</p>	
 <p>http://www.metaio.com/</p>	<p>Ofrece numerosos productos para todo tipo de contenidos en realidad aumentada.</p>	
 <p>http://www.aumentaty.com/</p>	<p>Portal español dedicado íntegramente a la Realidad Aumentada. En constante desarrollo desde que surge, ofrece de forma gratuita sus herramientas a la comunidad educativa.</p>	
 <p>http://www.inglobetechnologies.com/</p>	<p>Portal italiano con diversas herramientas para generar contenidos en realidad aumentada. En constante desarrollo, ofrece aplicaciones en formato de extensión o plugins para diversos programas.</p>	

De la misma forma que lo realizado en el apartado 2.1.2 sobre modelado 3D, con las herramientas de generación de contenidos en realidad aumentada se van a resaltar dos aplicaciones: Aumentaty y ARmedia. Estas herramientas permiten crear contenidos de forma muy rápida y sencilla, son gratuitas para la comunidad educativa y son multiplataforma. Estas características, hacen que sean un recurso viable en niveles educativos de enseñanza preuniversitaria dado que minimiza aspectos tecnológicos que frenan procesos de innovación educativa, como la dotación en los centros o la formación del profesorado y pueden ayudar a crear actividades motivadoras que permitan desarrollar las competencias que se demandan para el siglo XXI, muy asociadas con las TIC (Ananiadou & Claro, 2009).

2.1.3.2 Aumentaty.

Aumentaty es una aplicación que permite generar contenidos en Realidad Aumentada y está disponible en portal www.aumentaty.com, que es el primer portal dedicado 100% a la Realidad Aumentada y a las herramientas asociadas, realizado íntegramente en España. Para la generación de contenidos se debe utilizar la aplicación Aumentaty Author y para la visualización Aumentaty Viewer.

Entre las características más destacables, pensando en su integración en contextos educativos de secundaria y post-secundaria, se pueden citar las siguientes:

- a. Accesibilidad para la adquisición: con versiones gratuitas para la comunidad educativa, tanto para Windows y Mac Os.
- b. Experiencia de usuario: la interfaz es amigable, sencilla de utilizar y muy intuitiva.
- c. Eficiencia en la enseñanza-aprendizaje: Tanto Aumentaty Author como Aumentaty Viewer son sencillas de aprender, tanto para aprender a generar contenidos como para visualizarlos.
- d. Aprendizaje autónomo: el portal www.aumentaty.com ofrece diversos recursos educativos que permiten su rápido aprendizaje y ofrece un canal específico de YouTube dedicado a Aumentaty: <http://www.youtube.com/user/Aumentaty>.
- e. Aprendizaje colaborativo: el portal está preparado para que la comunidad de usuarios de Aumentaty comparta sus experiencias y contenidos.
- f. Aprendizaje en contexto: la posibilidad que dispone la última versión (Aumentaty Author 1.0) de crear escenas con hasta 20 marcas, permite crear contenidos en los que puedan participar varios alumnos en el contexto de una misma actividad.

Por todo lo expuesto, Aumentaty es una opción muy viable para ser integrada como recurso para generar contenidos educativos tanto por parte de profesores como alumnos, que pueden ser utilizados en los procesos de enseñanza-aprendizaje del dibujo, diseño y artes plásticas.

En este trabajo de investigación, no se han realizado experiencias prácticas con alumnos utilizando contenidos generados con Aumentaty dado que no estaba muy desarrollado en el momento de la realización de dichas experiencias. Actualmente, ya se han generado contenidos y se está preparando su proceso de evaluación en contextos educativos.

2.1.3.3 AR-media.

AR-media es un producto de Inglobe Technologies (<http://www.inglobetechnologies.com/>). En realidad, AR-media es una gama de productos a modo de plugin para ser integrado en diferentes aplicaciones de escritorio desde donde generar los contenidos de realidad aumentada. La aplicación para generar los contenidos es AR-media plugin y la aplicación para visualizarlos es AR-media Viewer.

La ventaja de AR-media es que los contenidos se generan desde la aplicación en la que se crean los modelos tridimensionales, sin necesidad de transferencia de ficheros y sin prácticamente necesitar formación específica sobre la aplicación de realidad aumentada. Entre las aplicaciones para las que está disponible AR-media están: Autodesk 3ds Max, Trimble SketchUp, Nemetschek Vectorworks, Nemetschek Vectorworks, Autodesk Maya y MAXON Cinema 4D. Esta posibilidad permite aprovechar las opciones de animación de las aplicaciones en las que se integra como plugin.

Como características destacables, que permiten su integración en contextos educativos de secundaria y post-secundaria, podemos citar las siguientes:

- a. Accesibilidad para la adquisición: con versiones gratuitas, tanto para Windows y Mac Os, así como para dispositivos móviles iOS y Android.
- b. Experiencia de usuario: la interfaz es amigable, sencilla de utilizar e intuitiva. Dado que se integra en las aplicaciones como extensión, lo que permite trabajar en un entorno familiar.
- c. Eficiencia en la enseñanza-aprendizaje: Tanto AR-media plugin como AR-media Viewer son sencillas de aprender. Dispone de numerosos ajustes en la creación de contenidos y también numerosos ajustes en su visualización.
- d. Aprendizaje autónomo: el portal <http://www.inglobetechnologies.com> ofrece diversos recursos educativos que permiten su rápido aprendizaje y ofrece un canal específico de YouTube: <https://www.youtube.com/user/inglobe>.
- e. Aprendizaje colaborativo: dispone de un activo blog donde se informa de los desarrollos de los productos de Inglobe, además de noticias varias sobre la tecnología de Realidad Aumentada(<http://arblog.inglobetechnologies.com/>).
- f. Aprendizaje en contexto: la posibilidad de generar contenidos de realidad aumentada para dispositivos móviles, junto con la característica de permitir georeferenciarlos permiten diseñar experiencias en contexto con grandes posibilidades educativas.

Por estas características, AR-media supone una buena opción como recurso para la generación de contenidos educativos en Realidad Aumentada, aplicados a los procesos de enseñanza-aprendizaje del dibujo, diseño y artes plásticas.

En este trabajo de investigación, se ha utilizado AR-media plugin para SketchUp. Ha sido una solución muy eficiente dado que muchos de los contenidos del Taller de Modelado 3D descrito en el apartado 3 de esta tesis se han creado con SketchUp. El disponer de la aplicación de Realidad Aumentada dentro de SketchUp permite generar rápidamente los contenidos en Realidad Aumentada.

2.1.4 Tabletas Digitales en los procesos de enseñanza-aprendizaje

2.1.4.1 Introducción

Desde el año 2006, en los distintos informes Horizon (*Imagen 6*), aparecen reflejados los dispositivos móviles como una tecnología que podría ser de uso generalizado en la educación. Estos dispositivos son un recurso idóneo para la comunicación entre las personas dado su portabilidad y ubicuidad.

El uso de dispositivos móviles en la enseñanza está aumentando cada día y las Tabletas Digitales, se perfilan como uno de los instrumentos más flexibles para el ámbito de la educación denominando a la enseñanza sobre este dispositivo como Tablet-Learning. Las posibilidades gráficas de estos dispositivos permiten utilizarlas adecuadamente para la enseñanza de aquellas asignaturas donde la expresión gráfica de las ideas es importante (representación de formas, dibujos artísticos, visualización de modelos tridimensionales, aplicaciones geoespaciales...).

Se plantea, por tanto, la necesidad de analizar las posibilidades que ofrece el denominado Tablet-Learning en los procesos de digitalización tanto de la enseñanza (e-learning) como de contenidos y herramientas en los que están inmersas las instituciones educativas. Este proceso lleva ya tiempo en marcha, sin que se tenga claro la manera de afrontarlo (Area-Moreira, 2001). Hasta hace unos años, siempre que se hablaba de educación y nuevas tecnologías se pensaba en ordenadores tanto de sobremesa como portátiles y en aplicaciones locales. La popularización de internet generó un modelo educativo basado en el uso de la web (e-learning). Por otro lado la aparición de dispositivos móviles táctiles ha creado una corriente de mobile learning (m-learning), que hasta ahora siempre estaba limitada en sus contenidos por el tamaño de las pantallas.

Las tabletas digitales, en cierta medida, combinan las ventajas de un ordenador portátil y las de un dispositivo móvil tipo PDA o teléfono. Debido a su reciente aparición (año 2010) están empezando a explotarse sus capacidades en educación. Algunos investigadores (El-Gayar, Moran, & Hawkes, 2011) han estudiado los factores que influyen en la aceptación de los estudiantes en el uso de las Tabletas Digitales en entorno educativos. En el año 2010, se ha realizado un estudio sobre el iPad en la Universidad de San Francisco. Este estudio ha tenido una duración de seis meses ha estudiado los usos potenciales del iPad en la educación superior (Bansavich & Yoshioka, 2011).

Las Tabletas Digitales con tecnología multitáctil, nos proporcionan otra forma de interactuar con los software gráficos. Movilidad, posibilidades gestuales, interacción tridimensional son nuevos aspectos a analizar en las aplicaciones de dibujo para Tabletas Digitales. La movilidad y la accesibilidad a los recursos en red de los centros educativos se está incrementando notablemente con la utilización de este tipo de dispositivos. Sus características de peso, tamaño, autonomía de batería, velocidad de encendido y apagado, acceso a red vía wifi, interacción gestual sobre la pantalla táctil, interacción mediante teclado, su gran profusión en aplicaciones específicas a bajo coste y la inmensa facilidad de adquirirlas e instalarlas, pueden convertirlos en mucho más que un ordenador, mucho más que una colección de libros, música, vídeos,... un dispositivo de consumo de medios que orientados correctamente con criterios didácticos pueden ejercer un cambio de paradigma en la docencia de las TICs en los sistemas educativos.

2.1.4.2 Historia y evolución de las Tabletas Digitales

La idea de una tableta digital no es nueva. En 1968 Alan Kay (XEROX-PARC) diseñó una de ellas, denominada Dynabook (Austin & Doust, 2007), que nunca llegó a fabricarse a pesar de llegar hasta la fase de prototipo. (Imagen 10). Esta tableta inicial estaba pensada ya en esa época, para el uso educacional en niños. Su creador lo describe de la siguiente manera: “Un panel que cubre toda la extensión de la superficie del aparato. Cualquier disposición del teclado que uno desee puede ser mostrada en cualquier parte de la pantalla. Cuatro sensores de deformación montados en las esquinas del panel registrarán la posición de cualquier toque”. Es interesante indicar que el creador de este diseño, se involucró años más tarde en el proyecto One Laptop per Child (OLPC) que en cierto modo desencadenó la aparición de los denominados netbooks, que se pueden considerar predecesores de las tabletas actuales.

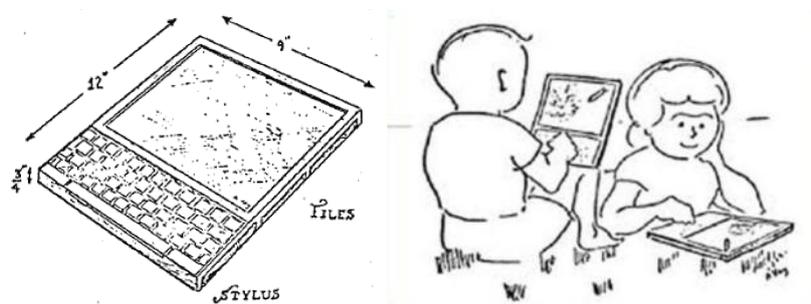


IMAGEN 10: DYNABOOK

En el año 93 aparece el primer modelo de tableta digital que llegó al mercado. Fue el Apple Message Pad, más conocido como Newton. Este formato luego sería ampliamente adoptado por otros fabricantes, masificando por primera vez la computación portátil en un formato cercano al de los tablets actuales, pues la idea era tener un tamaño pequeño, con pantalla táctil y bajo un sistema operativo móvil desde su nacimiento, como lo era Newton OS y PenPoint OS. El modelo de Apple, nunca llegó a tener éxito, pero sin embargo el desarrollo del software de reconocimiento de escritura realizado para esta tableta se utilizó por la industria de la electrónica para crear un nuevo aparato electrónico denominado Personal Digital Assistant (PDA) (Imagen 11).



IMAGEN 11: APPLE MESSAGEPAD (NEWTON)

Durante casi una década el mundo de los dispositivos portátiles táctiles estuvieron dominados por las PDA's donde la empresa Palm era la líder del mercado. En el año 2001 Microsoft presenta en el evento Comdex diversos prototipos de Tablet's Pc, usando el nuevo Windows XP-Tablet PC Edition. Además predijo que en cinco años sería la forma más popular de venta de ordenadores. Esta predicción fue un claro error, el funcionamiento y la experiencia de uso de estos dispositivos no logró convencer a la

mayoría de los usuarios, siendo uno de los grandes problemas el sistema operativo que empleaba.

Sin embargo, esta iniciativa de Microsoft popularizó el término Tablet PC y sentó las bases de la segunda corriente de tabletas digitales (**Imagen 12**).



IMAGEN 12: TABLET PC

A lo largo de los años siguientes aparece una iniciativa muy particular de Nicolás Negroponte denominada One Laptop per Child (OLPC) donde se pretendía fabricar ordenadores portátiles para países del tercer mundo por cien dólares. Esta iniciativa tuvo un éxito relativo, pero sin embargo generaron en los países del primer mundo la aparición de un nuevo segmento de equipos, denominados Netbooks, que básicamente eran ordenadores portátiles con poca potencia, pequeño tamaño y bajo precio. La primera empresa que apostó por ellos fue Asus, con el modelo Eee PC. (**Imagen 13**). Esta sorpresa en la industria de la electrónica demostró que a la mayoría de los usuarios no le importaba sacrificar potencia por portabilidad y bajo precio.



IMAGEN 13: ASUS Eee PC

En el año 2010 Apple sorprende de nuevo al mercado poniendo a la venta una tableta digital, el iPad, que aprovechaba la experiencia de la empresa con los dispositivos móviles táctiles que ya tenía en el mercado (iPhone e iPod Touch). El éxito de estos dispositivos no solo se debe a la combinación de hardware y software. La creación de una tienda virtual de aplicaciones (Apple Store) demostró ser un claro acierto al ofrecer al usuario un gran número de aplicaciones para el iPad, iPhone e iPod Touch a precios populares (muchas incluso gratuitas) que se descargan por internet desde el dispositivo.

El lanzamiento del iPad, fue un acontecimiento mundial, puesto que por primera vez en muchos años una empresa apostaba por un segmento de mercado que de momento siempre había sido un fracaso. Sin embargo a día de hoy, se puede afirmar que las tabletas

digitales han creado un nuevo producto que se va a establecer definitivamente. Una de las consecuencias del asentamiento de las tabletas digitales, es que la venta de ordenadores portátiles sobre todo Netbooks ha caído notablemente (Gilbert, 2011). Según el estudio “El entorno móvil en Europa Occidental” (EMEA Mobile Research Paper, 2012), el uso de internet se habrá duplicado en 2015 y la mayoría de los usuarios accederán a la red desde dispositivos móviles.



IMAGEN 14: GALAXY TAB (SAMSUNG) E IPAD (APPLE)

2.1.4.3 Aplicaciones relacionadas con el Dibujo, Diseño y Artes Plásticas para Tablet Digitales.

La evolución de las Tablet Digitales y de las aplicaciones para estos dispositivos ha sido muy rápida. Las tiendas donde se pueden adquirir dichas aplicaciones de forma sencilla, han supuesto uno de los aspectos más relevantes en el éxito de este tipo de dispositivo. Además de la facilidad para la adquisición de las aplicaciones, estas tiendas permiten a los desarrolladores ofrecer aplicaciones y sus actualizaciones. Este es un ecosistema que varía mucho en poco tiempo. Para la realización de esta tesis, en el año 2011 se realizó un estudio de aplicaciones orientadas a la enseñanza del dibujo, diseño y artes plásticas (Saorín, de la Torre, Martín-Dorta, & Carbonell, 2011). A pesar de ello, para la realización de este documento final (24 meses después) se ha actualizado dicha recopilación. Algunas de las aplicaciones han desaparecido, han surgido otras nuevas muy interesantes y la mayoría de ellas han sufrido importantes modificaciones en sus características técnicas.

La clasificación que se presenta se ha realizado sólo para iPad por ser el dispositivo utilizado en este trabajo de investigación, dado que en el periodo en el que se han realizado pruebas era el que tenía mayor implantación y cuya tienda de aplicaciones estaba más desarrollada (Tabla 16).

TABLA 16: APLICACIONES GRÁFICAS PARA IPAD DE UTILIDAD EN DIBUJO, DISEÑO Y ARTES PLÁSTICAS

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	UTILIDAD EN ASIGNATURAS
VISUALIZADORES DE MODELOS 3D	Aplicaciones que permiten visualizar modelos 3D e interactuar con ellos (rotarlos, zoom, ...) similar a aplicaciones para PC/Mac como eDrawing, Reviewer o Acrobat 3D.	Asignaturas donde el manejo del volumen sea importante (escultura, productos, arquitectura, mapas...).
MODELADORES 3D	Aplicaciones que permiten crear modelos 3D desde cero. Entre éstos se distinguen los modeladores "orgánicos", que permiten crearlos como si trabajáramos con barro (similares a Zbrush o a Autodesk Mudbox) orientados a áreas creativas y los modeladores de caras.	Asignaturas donde la creación de objetos en 3D sea importante (diseño, escultura, arquitectura...).
DIBUJO VECTORIAL	Aplicaciones que trabajan con imágenes vectoriales formadas por objetos geométricos independientes (segmentos, polígonos, arcos, etc.), cada uno de ellos definido por distintos atributos matemáticos de forma, de posición, de color, etc. (similares a CorelDraw, Adobe Illustrator o Inkscape).	Asignaturas orientadas al diseño gráfico editorial.
DIBUJO RASTER	Aplicaciones que trabajan con imágenes rasterizadas, también llamadas mapas de bits, imágenes matriciales o bitmaps, a las que se suelen llamar fotos, que se pueden generar mediante cámaras digitales, móviles o escáneres y que mediante estas aplicaciones podremos editar de manera similar a aplicaciones tan populares como Adobe Photoshop.	Asignaturas orientadas al diseño gráfico editorial.
DIBUJO CAD	En este grupo se contemplan distintas aplicaciones que permiten visualizar ficheros CAD 2D "tradicionales" (dxf, dwg,...) y que disponen de ciertas posibilidades de edición.	Orientadas al dibujo con dimensiones y con posibilidad de edición.
GEOESPACIALES	Aplicaciones que permiten buscar, visualizar contenidos en contexto geoespacial.	Asignaturas necesiten de contextualizar contenidos en contexto geolocalizado. (arquitectura, escultura, ...).

Debido a que las aplicaciones analizadas corresponden a diferentes categorías se establecen unos parámetros que pueden ser de interés de forma general en todas ellas (Tabla 17).

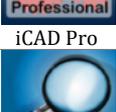
TABLA 17: PARÁMETROS A ANALIZAR DE LAS APLICACIONES ESTUDIADAS.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
PRECIO	Se analiza el precio de la aplicación.
VERSIÓN LITE (Gratuita)	Se analiza si se dispone de versión reducida (lite) para poder probarla.
POSIBILIDADES DE EDICIÓN	Se analiza si hay posibilidades de modificación (edición).
TRABAJO CON CAPAS/ESCENAS	Se analiza si la aplicación permite trabajar con capas (generalmente en entornos 2D) y con escenas (en entornos 3D).
FICHEROS QUE SOPORTAN	Se analizan los tipos de formatos que admiten las aplicaciones. Esto nos permite asociarlos a las categorías de aplicaciones que ya conocemos en PC o Mac.
POSIBILIDADES DE ALMACENAR FICHEROS	Se analiza si es posible almacenar los ficheros en la aplicación (dentro del Tablet) o si es necesario tener espacios en entornos ajenos al Tablet (Google Drive, Dropbox, Skydrive,..)
COMENTARIO/OBSERVACIONES	Se incluyen en observaciones, comentarios sobre alguna característica particular de la aplicación.

2.1.4.4 Visualizadores de Modelos 3D

Aplicaciones que permiten visualizar modelos 3D e interactuar con ellos (rotación, zoom, encuadre,...) similar a aplicaciones como eDrawing, Design Review o Acrobat 3D (Tabla 18).

TABLA 18: VISUALIZADORES 3D

Visualizador 3D	Precio (euros)	Versión Lite	Posibilidades de edición	Trabajo con capas/escenas	Ficheros que soportan	Posibilidad de almacenar ficheros	Comentario:
							Observaciones
 iRhino 3D	2,99	No	No	No	3dm	Local	Entre los ajustes de visualización dispone de visión estereoscópica. Los modelos propios se pueden cargar por iTunes, Google Docs, Dropbox o dirección web.
 IPM Viewer	0,00	-	No	Sí	Inventor	Local	Posibilidad de ver animaciones de montaje. Los modelos propios se pueden descargar desde cualquier espacio en la nube como Dropbox, desde el correo electrónico o desde el espacio en la nube de Autodesk.
 3Dvia	1,59	No	No	No	3ds, obj, iges, step, 3DXML,...	Red	Necesita conexión wifi para poder visualizar modelos. Para cargar modelos propios se debe crear una cuenta gratuita en www.3dvia.com , donde hay distintos planes de almacenaje.
 vueCAD	7,99	No	No	Sí	stl	Local	Para visualizar otros formatos hay que comprar módulos: IGES(\$99,99) CATIA(\$449,99) PRO/E(\$449,99) VDA(\$99,99) CGR(\$199,99) JT(\$199,99)
 eDrawing	8,99	Sí	No	Sí	SolidWorks, eDrawings, dwg y dxf	Local	Dispone de diversos ajustes de visualización entre los que se encuentra el soporte para Realidad Aumentada. Los modelos se pueden cargar desde cualquier espacio en la nube (Dropbox, SkyDrive, ..) desde correo electrónico, web, ftp o desde iTunes.
 Glovis	0,89	Sí	No	Sí	Muy variados.	Local	Entre los formatos que pueden visualizarse: Skp, 3ds, obj, stl, step, stp, iges, igs, jt, Catia V5, Pro/Engineer, NX, SolidWorks, Autodesk Inventor. Aunque la aplicación es económica, se requiere de servicios de pago (con distintos planes) para cargar los modelos 3D.
 iCAD Pro	8,99	Sí	No	Sí	ipv, obj, dae, stl, 3ds, Autodesk Inventor	Local	Ofrece distintas posibilidades de visualización de los modelos 3D (transparencias, planos de sección, animaciones), se pueden medir y se pueden hacer anotaciones. Los modelos se pueden cargar desde correo electrónico o desde Dropbox.
 Solid Edge	0,00	-	No	Sí	ST5	Local	Permite visualizar modelos 3D (piezas o ensamblajes) creados con Solid Edge ST5 (o superior). Dispone de distintos ajustes de visualización.
 BIMx	0,00	-	No	No	ArchiCAD	Local	Permite visualizar modelos 3D BIM creados con ArchiCAD. Dispone de distintos ajustes de navegación interactiva.
 A. BIM 360	0,00	-	No	Sí	rvt, ifc	Local	Aplicación que permite visualizar modelos 3D BIM de manera interactiva, usando el servicio Autodesk 360 ^o .
 Revizto	0,00	-	No	Sí	rvt, skp	Local	Se pueden visualizar modelos 3D creados con Autodesk Revit o con SketchUp, haciendo uso de una aplicación de escritorio. Los modelos se cargan desde su espacio en la nube.

2.1.4.5 Modeladores 3D

Aplicaciones que permiten crear modelos 3D desde cero. Entre éstos se distinguen los modeladores “orgánicos”, que permiten modelar como si se trabajara con barro (similares a Zbrush o a Autodesk Mudbox) y los modeladores de caras (Tabla 19).

TABLA 19: MODELADORES 3D

Modelador 3D	Precio (euros)	Versión Lite	Posibilidades de edición	Trabajo con capas	Ficheros que soportan	Posibilidad de almacenar ficheros	Comentario:
							Observaciones
 IDough! HD	5,49	Sí	Sí	No	obj	Local y en la nube.	Modelador orgánico similar a Zbrush o Mudbox.
 123D Sculpt	0,00	-	Sí	No	obj	Local y en la nube.	Modelador orgánico similar a Zbrush o Mudbox.
 123D Creature	6,99	No	Sí	No	obj	Local y en la nube.	Modelador orgánico concebido para la realización de personajes.
 3D Pro	3,59	No	Sí	No	obj	Local	Modelador de caras con posibilidades de edición de vértices, aristas y caras.
 Finger3D HD	8,99	No	Sí	No	obj	Local	Modelador de caras, con posibilidades de edición de vértices, aristas y caras.
 123D Design	0,00	-	Sí	No	obj	Local y en la nube.	Modelador de caras con posibilidades de edición de caras y aristas, conectado con las aplicaciones de la suite Autodesk 123D.
 Autodesk Formit	0,00	-	Sí	No	rvt, sat	Local y en la nube	Modelador 3D conceptual pensado para formar parte del flujo de trabajo de Autodesk Revit. También permite conectar con el flujo de trabajo de otros programas de modelado de sólidos, dado que exporta formato .sat.
 Verto Studio 3D	12,99	No	Sí	No	obj	Local	Modelador de caras con posibilidades de edición de vértices, aristas y caras, disponible para Mac, iPad e iPhone.

2.1.4.6 Dibujo Vectorial

Aplicaciones similares a CorelDraw o Adobe Illustrator que trabajan con imágenes vectoriales 2D formadas por objetos geométricos independientes (segmentos, polígonos, arcos, etc.), cada uno de ellos definido por distintos atributos matemáticos de forma, de posición, de color, etc. (Tabla 20)

TABLA 20: DIBUJO VECTORIAL

Dibujo Vectorial	Precio (euros)	Versión Lite	Posibilidades de edición	Trabajo con capas	Ficheros que soportan	Posibilidad de almacenar ficheros	Comentario:
							Observaciones
 iDraw	7,99	No	Sí	Sí	svg, png, jpg, pdf	Local y en la nube	Dispone de diferentes pinceles en formato vectorial. Al soportar ficheros svg, lo hace compatible con aplicaciones profesionales de ilustración (Adobe Illustrator, Flash, Corel Draw, Inkscape, etc).
 Inkpad	4,49	No	Sí	Sí	svg, pdf	Local y en la nube	Compatible con aplicaciones profesionales de ilustración (Adobe Illustrator, Flash, Corel Draw, Inkscape, etc).
 miniDraw	6,99	Sí	Sí	Sí	svg, png	Local y en la nube	Compatible con aplicaciones profesionales de ilustración (Adobe Illustrator, Flash, Corel Draw, Inkscape, etc).
 iDesign	4,99	No	Sí	Sí	svg, png, jpg, pdf	Local y en la nube	Compatible con aplicaciones profesionales de ilustración (Adobe Illustrator, Flash, Corel Draw, Inkscape, etc).
 Intaglio	13,99	Sí	Sí	Sí	svg, png, jpg, pdf	Local y en la nube	Compatible con aplicaciones profesionales de ilustración (Adobe Illustrator, Flash, Corel Draw, Inkscape, etc).
 TouchDraw	7,99	No	Sí	Sí	png, jpeg, pdf, svg, visio	Local y en la nube	Compatible con aplicaciones profesionales de ilustración (Adobe Illustrator, Flash, Corel Draw, Inkscape, etc).
 Freeform	8,99	No	Sí	No	jpg, png, pdf	Sí	Permite guardar hasta 20 ficheros, pero no exporta ficheros en formato svg.
 Paintbook 3.2	0,79	No	Sí	Sí	jpeg, pdf	Sí	Dispone de 12 pinceles personalizables y un número ilimitado de capas, pero no exporta ficheros en formato svg.

2.1.4.7 Dibujo Ráster

Aplicaciones que trabajan con imágenes rasterizadas, también llamadas mapas de bits, imágenes matriciales o bitmaps, a las que se suelen llamar fotos, que se generan mediante cámaras digitales, móviles o escáneres y que mediante su uso podremos editar de manera similar a aplicaciones tan populares como Corel Painter, Autodesk SketchBook o Adobe Photoshop. Existen muchas aplicaciones de esta categoría, por lo que sólo se incluyen en la tabla aquellas que ofrecen más prestaciones (Tabla 21).

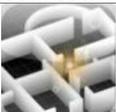
TABLA 21: DIBUJO RÁSTER

Dibujo Ráster	Precio (euros)	Versión Lite	Posibilidades de edición	Trabajo con capas	Ficheros que soportan	Posibilidad de almacenar ficheros	Comentario:
							Observaciones
 SketchBook	4,49	Sí	Sí	Sí	psd, jpeg	Local y en la nube	Numerosos pinceles y capas. En la versión gratuita, sólo tres capas y menos pinceles. Permite exportar en formato psd (formato estándar de Photoshop).
 SketchBook Ink	4,49	No	Sí	Sí	png	Local y en la nube	Aplicación que permite crear dibujos al estilo a tinta en alta resolución. Cuenta con siete pinceles predeterminados y podemos añadir hasta ocho capas e importar imágenes para ponerlas de fondo.
 Adobe Ideas	8,99	No	Sí	Sí	jpeg, pdf	Local y en la nube	Aplicación con características de dibujo vectorial en cuanto a que no "pixela" la imagen cuando se realiza zoom, pero que tiene características de dibujo ráster al editar las imágenes.
 Brushes	5,99	No	Sí	Sí	jpeg, png, psd	Local y en la nube	Dispone de numerosas capas y múltiples pinceles en una sencilla interface.
 ArtStudio	4,49	No	Sí	Sí	psd, jpg, png	Local y en la nube	Numerosos pinceles y capas. Permite exportar en formato psd. Dispone de varias lecciones multimedia de dibujo.
 Inspire Pro	6,99	Sí	Sí	Sí	png, jpeg	No	Múltiples opciones de pinceles realistas.
 Layers	5,99	No	Sí	Sí	psd, jpeg	Local y en la nube	Numerosos pinceles y capas. Compatible con el formato psd (estándar de Photoshop).
 ArtRage	4,49	No	Sí	Sí	png, jpeg	Local y en la nube	Múltiples opciones de pinceles realistas y capas con diversos modos de mezcla. Se aproxima a los programas de pintura digital para escritorio como el propio ArtRage o Corel Painter.
 Procreate	4,49	No	Sí	Sí	psd, png, jpeg	Local y en la nube	Múltiples opciones de pinceles realistas (48) y capas con diversos modos de mezcla. Compatible con el formato psd (estándar de Photoshop).

2.1.4.8 Dibujo CAD

En este grupo se contemplan distintas aplicaciones que permiten visualizar ficheros CAD 2D/3D “tradicionales” (dxf, dwg,...) y que disponen de ciertas posibilidades de edición (Tabla 22).

TABLA 22: DIBUJO CAD

Dibujo CAD	Precio (euros)	Versión Lite	Posibilidades de edición	Trabajo con capas	Ficheros que soportan	Posibilidad de almacenar ficheros	Comentario:
							Observaciones
 Autocad WS	0,00	No	Sí	Sí	dwg	Local y en la nube	Obliga a la creación de una cuenta de usuario para poder trabajar con la aplicación. Sólo permite trabajar con ficheros 2D.
 FingerCad	8,99	No	Sí	Sí	obj, dxf	Local y en la nube	Permite trabajar con ficheros 2D y 3D.
 Cartomap	17,99	No	Sí	Sí	dwg, dxf, ctm	Local y en la nube	Dispone de sistema de coordenadas XYZ. Algunos elementos de los ficheros CAD no se visualizan (espacio papel, xref, sombreados complejos,...).
 CadTouch	15,99	No	Sí	No	dxf	Local y en la nube	Permite trabajar en 2D con funcionalidades similares a las básicas de programas CAD “clásicos” de escritorio.
 Drawvis	11,99	Sí	No	No	dxf	Local y en la nube	Funciona como un visualizador 2D en el que sólo permite realizar anotaciones.
 nvDxf	7,99	Sí	Sí	Sí	dxf	Local y en la nube	Permite trabajar con ficheros 2D y 3D con opciones de navegación 3d. La versión lite sólo permite guardar un archivo.
 PacCad	13,99	Sí	Sí	No	dxf, pdf	Local y en la nube	Dispone de funcionalidades CAD específicas de dibujo arquitectónico.
 iPocket Draw	10,99	Sí	Sí	Sí	dxf, pdf, jpeg	Local y en la nube	Permite trabajar en 2D con funcionalidades similares a las básicas de programas CAD “clásicos” de escritorio.
 Redstick iCad	8,99	No	Sí	No	ifc, dxf, pdf	Local y en la nube	Dispone de funcionalidades CAD específicas de dibujo arquitectónico y permite conectar con aplicaciones BIM a través de la exportación de modelos 3D en formato ifc.

2.1.4.9 Visualizadores geoespaciales

Aplicaciones de búsqueda y visualización de contenidos georeferenciados. Son de gran utilidad cuando se trabaja en proyectos donde es necesario trabajar con datos contextuales georeferenciados (arquitectura, ingeniería de obras, escultura, ...) (Tabla 23).

TABLA 23: VISUALIZADORES GEOESPACIALES

Dibujo CAD	Precio (euros)	Versión Lite	Posibilidades de edición	Trabajo con capas	Ficheros que soportan	Posibilidad de almacenar ficheros	Comentario:
							Observaciones
 ArcGis	0,00	-	Sí	Sí	arcgis	Local y en la nube	Permite importar mapas y capas de información desde un espacio personal en la nube. Además, tiene diversas posibilidades de obtención de información sobre los mapas (áreas, distancias,...).
 Trimble Outdoors	4,99	Sí	Sí	Sí	trimble	Local y en la nube	Permite importar mapas y capas de información. Además, tiene diversas posibilidades de obtención de información sobre los mapas (áreas, distancias,...).
 Google Earth	0,00	-	No	Sí	kmz	No	Popular aplicación de información georeferenciada en el que se puede visualizar información muy variada (modelos 3D, recorridos, capas importadas,...).
 GeoMeasure	1,79	No	Sí	No	propio	No	Sencilla aplicación que permite medir distancias y áreas sobre mapas en cartografía y ortofoto.
 Kmz Loader	0,00	-	Sí	Sí	kmz, kml	Local y en la nube	Visualizador de ficheros kmz y kml a los que se pueden añadir datos desde la tableta.

2.1.5 Aplicaciones en Tabletas Digitales relacionadas con la enseñanza.

Existe una línea de aplicaciones para Tabletas Digitales que no tienen relación directa con el Dibujo, Diseño y Artes Plásticas, pero que pueden ser utilizadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estas aplicaciones se van a categorizar de acuerdo a las experiencias realizadas en este trabajo de investigación (Tabla 24).

TABLA 24: CATEGORÍAS DE APLICACIONES APLICADAS A LA ENSEÑANZA

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN Y UTILIDAD
ENTORNOS PARA TRABAJO EN GRUPO	Aplicaciones que permiten crear espacios comunes en red pensados para el trabajo colaborativo.
GESTIÓN DE GRUPOS EN LA ENSEÑANZA	Aplicaciones orientadas, de forma específica, a la gestión de grupos de estudiantes. Permiten realizar funciones similares a la de los cuadernillos del profesor tipo Memo-Notas.
VISUALIZACIÓN, ANOTACIÓN Y CORRECCIÓN DE TRABAJOS	Aplicaciones que permiten realizar el seguimiento, control y revisión de los trabajos propuestos a los alumnos.
ACCESO REMOTO	Aplicaciones que permiten acceder y controlar un ordenador personal mediante la Tableta Digital. Es útil para poder utilizar aplicaciones específicas para PC/Mac usando una Tableta Digital.

2.1.5.1 Aplicaciones para creación de entornos de trabajo en grupo.

En entornos educativos donde se utilizan aulas virtuales tipo Moodle, existe la posibilidad de utilizar foros de grupo donde los alumnos pueden intercambiar información, pero no permiten trabajar sobre los mismos ficheros de forma colaborativa y concurrente. Cuando el trabajo sobre ficheros comunes es importante, hay que decantarse por alguno de las múltiples entornos para compartir ficheros que hay en la red (espacios en la nube). Este tipo de soluciones se están empezando a utilizar en educación cada vez más, ya que permiten a varios usuarios trabajar e interactuar de una manera sencilla y existen versiones gratuitas con un almacenamiento suficiente para las necesidades educativas.

Sin embargo, además de contemplar la posibilidad de acceso gratuito, para poder valorar las posibilidades que ofrecen estos servicios es importante tener en cuenta si nos permiten trabajar en las principales plataformas existentes. En la **Tabla 25** se puede ver una recopilación de las principales aplicaciones disponibles y algunas de sus características más destacadas. Hay que comentar que debido a los cambios tan rápidos que se producen en entornos de servicios digitales, las características actuales pueden ser diferentes a las mostradas en dicha tabla.

TABLA 25: HERRAMIENTAS DE ESPACIO EN LA NUBE

Recurso	PLATAFORMA					ALMACENAMIENTO GRATUITO		Comentario general: La mayoría de las aplicaciones analizadas ofrecen versiones de escritorio (tanto para PC, como para Mac) y versiones para Tabletas Digitales y Smartphones (tanto para iOS como para Android). Algunos de esos servicios permiten crear y editar documentos de forma on line. Todas disponen de servicios gratuitos y diferentes planes de pago.
	Escritorio			Tableta Digital		Espacio mínimo	Espacio máximo	
	Windows	Mac Os	Linux	iOs	Android			
 Dropbox	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	2 Gb	18 Gb	Se aumenta la capacidad invitando. Muy implementada y conectada con otras aplicaciones.
 SkyDrive	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7 Gb	7 Gb	Opción de Microsoft. Permite crear y editar ficheros on line. Dispone de aplicaciones (según el sistema operativo) que mejoran las prestaciones de este servicio en la nube.
 Google Drive	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	5 Gb	15 Gb	Ventajas de los servicios de Google (docs, picaa, gmail...). Dispone de numerosas aplicaciones que lo complementan. Permite aumentar 25 Gb mediante pago de una cuota mensual.
 4Sync	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	15 Gb	15 Gb	Gran capacidad inicial sin condiciones (15 Gb gratis) y distintos planes de pago de hasta 100Gb.
 Sugarsync	Sí	Sí	No	Sí	Sí	5 Gb	32 Gb	Ofrece una gran capacidad gratuita mediante invitación.
 Box	No	No	No	Sí	Sí	5 Gb	50 Gb	Permite creación y edición de ficheros on line

2.1.5.2 Aplicaciones para la gestión de grupos de trabajo.

Una parte importante del desempeño del profesor cuando se enfrenta a grupos de trabajo es la supervisión de dicho trabajo. Las aulas virtuales tipo Moodle, ofrecen la posibilidad de crear grupos y tareas asignadas a esos grupos, pero su funcionamiento es poco flexible y las herramientas que incluyen no están pensadas para trabajar offline. Debido a ello muchos profesores complementan el aula virtual con un bloc de notas en papel donde apuntan información del avance de cada grupo, así como de las asistencias de los miembros del mismo y otras observaciones relativas a los trabajos.

Al utilizar la Tableta Digital como herramienta de trabajo del profesor, se consigue movilidad y se puede atender a los grupos en el espacio del aula presencial. Por ello es importante conocer qué aplicaciones diseñadas para Tabletas Digitales permiten realizar la gestión educativa de grupos de alumnos. Para su valoración, las características observadas fueron las posibilidades de disponer de versión gratuita, poder gestionar los

alumnos tanto de forma individual como en grupo y poder conectar con espacios en la nube. En la **Tabla 26** se presenta una recopilación de apps para la gestión docente de grupos.

TABLA 26: HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DOCENTE DE GRUPOS

Recurso	PRECIO (Euros)	PLATAFORMA		GESTIÓN DE GRUPOS			Comentario general: Las características analizadas fueron las posibilidades de disponer de versión gratuita para valorarla, poder gestionar los alumnos tanto de forma individual como en grupo y poder conectar con espacios en la nube.
		Tableta Digital		Asistencia	Calificaciones	Conexión en la nube	
		iOs	Android				Observaciones:
 TeacherKit	Gratis	Sí	No	Sí	Sí	Dropbox	Permite al docente organizar las clases y los estudiantes haciendo un seguimiento de la asistencia, calificaciones y el comportamiento de los estudiantes de una forma muy amigable y sencilla.
 iDoceo	4,49	Sí	No	Sí	Sí	Dropbox	Un completísimo cuaderno del profesor, pensado para enseñanza secundaria, muy sencillo y fácil de utilizar.
 Teacher Tool	24,99	Sí	No	Sí	Sí	No	Aplicación muy completa y muy bien valorada por el profesorado. Dispone de numerosas herramientas de gestión del aula.
 Teacher's Assistant	5,99	Sí	No	Sí	Sí	Dropbox	Permite gestionar el comportamiento, los hábitos y la evolución de los alumnos.
 Teacher Aide Pro	6,99	No	Sí	Sí	Sí	Dropbox	Esta es una de las aplicaciones de gestión docente de grupos mejor valorada en el sistema Android.
 Visual GradeBook	0,89	Sí	No	Sí	Sí	No	Pensada para generar informes gráficos de datos como calificaciones individuales o de grupo.

2.1.5.3 Aplicaciones para la visualización, anotación y corrección de trabajos.

Para coordinar el trabajo realizado por los grupos utilizando Tabletas Digitales, se hace necesario el uso de herramientas que estén conectadas al mismo espacio en común y permitan corregir y hacer anotaciones en los trabajos que vayan realizando los alumnos. En la **Tabla 27** se ofrece una breve recopilación.

TABLA 27: HERRAMIENTAS PARA ANOTACIÓN

Recurso	PRECIO (Euros)	PLATAFORMA		GESTIÓN DE DOCUMENTOS			Comentario:
		Tableta Digital		Anotar en pdf	Agrupar ficheros	Conexión en la nube	Observaciones
		iOs	Android				
 Notability	0,79	Sí	No	Sí	Sí	Dropbox	Muy fácil de usar, permite escritura manual y tipográfica, grabar voz, insertar, editar fotos y figuras. Además de con Dropbox, se conecta con Box.
 neu. Notes	Gratis	Sí	No	No	No	Dropbox	A pesar de ser gratis y tener diversas herramientas, no permite anotar en pdf. Para ello debes utilizar otra app (neu.annotate pdf es la de la misma casa).
 Notes Plus	5,99	Sí	No	Sí	Sí	Dropbox	Completísima aplicación. Además de disponer de funcionalidades similares a las de Notability, entre sus herramientas tiene un magnífico reconocedor de escritura.
 Note Taker HD	3,99	Sí	No	Sí	Sí	Dropbox	Es una app muy completa con características similares a Notability y Note Plus.

2.1.5.4 Aplicaciones para acceso remoto.

Al utilizar la Tableta Digital en la gestión del trabajo de los grupos, hay que acceder a la documentación que está en formatos de software nativo, como por ejemplo, Autodesk Inventor. De esta manera, el profesor podría acceder desde su Tableta Digital a todos los contenidos del trabajo de los grupos sea cual sea el formato de los mismos, dado que podrá ejecutar cualquier programa que tenga instalado en el ordenador al que acceda mediante la app de acceso remoto. La **Tabla 28** ofrece una recopilación de las principales apps disponibles para acceso remoto.

TABLA 28: HERRAMIENTAS DE ACCESO REMOTO

Recurso	PRECIO (Euros)	PLATAFORMA		ACCESO REMOTO				Comentario:
		Tableta Digital		PC	Mac	Linux	Conexión 3G	Las características valoradas fueron el precio, el dispositivo móvil utilizado, el tipo de ordenador que se puede controlar y si existe la posibilidad de acceso utilizando redes 3G.
		iOs	Android					
 LogMeIn	Gratis	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Control del PC o Mac directamente desde el dispositivo móvil. Es necesaria una conexión Wi-Fi o 3G, para controlar de forma remota un ordenador tal y como si se estuviera sentado frente a él.
 TeamViewer	Gratis	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Control del PC o Mac directamente desde el dispositivo móvil con mismas prestaciones, que LogMeIn.
 Jump Desktop	13,99	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Prestaciones similares, pero mejores opciones gestuales para controlar el PC o Mac.
 PocketCloud	Gratis	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Control del PC o Mac desde dispositivos móviles iOs o Android. Con prestaciones similares a LogMeIn y TeamViewer. Acceso mediante cuenta de gmail.
 Splash Remote	4,49	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Prestaciones similares, con buenas opciones gestuales para controlar el PC o Mac.
 Desktop Connect	13,99	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Prestaciones similares de control del PC o Mac. Acceso mediante cuenta de gmail. Dispone de un rendimiento optimizado para el control rápido y sensible del ordenador.

2.1.6 Libro Electrónico Multimedia.

2.1.6.1 Introducción

De la misma manera que ocurre en el caso de software de modelado 3D, el libro electrónico lleva desarrollándose desde los años 70 (Pérez Arranz, 2004). En la **Tabla 29** podemos ver una breve recopilación de los eventos más relevantes relacionados con el libro electrónico en estos 40 años de existencia.

TABLA 29: EVOLUCIÓN DEL LIBRO ELECTRÓNICO

1971	Se crea el Proyecto Gutenberg de digitalización de libros.
1993	Aparece la Online Books Page que ofrece ebooks gratuitos.
1995	Aparece Amazon.com como la primera gran librería online.
1997	Se crea la empresa E-Ink para desarrollar tecnología de tinta electrónica
1998	Aparecen los primeros lectores de libros electrónicos: Rocket ebook y Softbook
1999	Se crea la biblioteca virtual Miguel de Cervantes de libros hispánicos en internet.
	Primer formato estándar de libro electrónico: Open eBook Publication Structure o "OEB".
2000	Primer Bestseller en formato digital: Stephen King lanza su novela <i>Riding the Bullet</i> en formato digital. <u>Sólo puede ser leída en ordenadores.</u>
2001	Copyright, copyleft y Creative Commons.
2002	Primeras grandes editoriales que comienzan a vender versiones electrónicas de sus títulos en Internet: Random House y Harper Collins.
	E-Ink presenta el prototipo de la primera pantalla con tinta electrónica.
2004	Aparece el servicio Google Print (origen del actual Google Libros).
2006	Sony lanza su lector Sony Reader que cuenta con la tecnología de tinta electrónica.
	Los teléfonos móviles vienen con pantallas de gran formato que permiten la lectura de libros electrónicos.
2007	Aparición del lector Kindle de Amazon y en España aparece el lector Papyre.
	El EPUB se convierte en un estándar oficial del International Digital Publishing Forum (IDPF).
2008	Adobe y Sony hacen compatibles sus tecnologías de libros electrónicos (Lector y DRM).
	El formato pdf se convierte en un estándar abierto (ISO 32000-1).
2010	Aparición del iPad de Apple (no incluía tecnología flash, ni puerto usb).
2012	Aparición de iBooks Author, aplicación gratuita de creación de libros electrónicos multimedia (incluye vídeos, modelos 3D, gráficos interactivos, ...).

Es importante resaltar tres aspectos importantes de la tabla anterior:

1. La idea de los libros digitales surge en 1971 asociada a los ordenadores personales.
2. Las pantallas de tinta electrónica empiezan a estar disponibles en el año 2002, posibilitando, en el año 2006, la aparición del primer dispositivo portátil comercial para lectura de libro electrónico. Esta tecnología permitía visualizar texto y fotografía en blanco y negro. De manera paralela, surgen las primeras tiendas de libros electrónicos que proporcionan un avance significativo en el porcentaje de ventas totales de libros (Cordón García, Alonso Arévalo, & Martín Rodero, 2010).
3. En el año 2010 aparece el iPad, primer dispositivo portátil comercial que permite la visualización de todos los elementos multimedia asociados a un ordenador personal (vídeo, gráficos interactivos, modelos 3D,....).

Como puede deducirse de la **Tabla 30**, existen distintos formatos de libro electrónico. Estos formatos se encuentran en distintas fases de estandarización. Algunos son formatos propietarios de casas comerciales y otros han evolucionado hacia estándares abiertos (el pdf es una ISO 32000-1 desde el año 2008). Debido a esto, no todos los libros electrónicos se pueden visualizar en todos los soportes. Por otro lado, la inclusión de elementos multimedia avanzados no está a día de hoy estandarizada. Para aclarar lo comentado, podemos ver la **Tabla 30**, donde en función del formato de libro electrónico se indica el soporte donde puede visualizarse, los elementos multimedia que pueden incluir y sus características más relevantes.

TABLA 30: CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES FORMATOS DE LIBROS ELECTRÓNICOS

FORMATO DE "LIBRO ELECTRÓNICO"	SOPORTE DE VISUALIZACIÓN				ELEMENTOS MULTIMEDIA QUE SE PUEDEN INCLUIR							CARACTERÍSTICAS RELEVANTES				
	eReaders	PC/Mac	Tableta	Smartphone	enlaces	imagen	video	gráficos animados	modelos 3D	cuestionarios	widgets personalizadas	texto escalable	Orientación horizontal y vertical	Estilos de visualización	Busqueda interna	Glosario
pdf	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
pdf multimedia	-	x	-	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	x	-
epub	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-	x	x	x
libro web	-	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	x
eBook multimedia	-	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Visto todo lo referido en este apartado y teniendo en cuenta que la enseñanza del Dibujo, Diseño y Artes Plásticas requiere de un uso intensivo de elementos multimedia, las Tablet Digital se deben considerar como un dispositivo adecuado para el desarrollo de libros electrónicos de esta materia.

La posibilidad de incluir recursos multimedia como vídeos, gráficos interactivos y modelos 3D convierte a los eBooks en una poderosa herramienta para abordar procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con el Dibujo, Diseño y Artes Plásticas. Por ejemplo, Disponer de modelos 3D dentro de un eBook puede resultar muy eficiente para explicar contenidos de vistas normalizadas, de escultura o de arquitectura.

Además es importante observar que muchas disciplinas ajenas al Dibujo, Diseño y Artes Plásticas, requieren del uso de contenidos gráficos multimedia (medicina, biología, ...). Habitualmente ha sido necesaria la participación de profesionales con dominio en recursos gráficos para la ilustración científica, dada la importancia que tienen las ilustraciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Perales & Jiménez, 2002). Por lo tanto, las Tablet Digital y sus eBooks suponen un recurso que mejora las posibilidades educativas que ya se han demostrado para los recursos multimedia interactivos sobre ordenador personal (Bartolomé, 1994).

2.2 Diseño y evaluación de materiales de enseñanza y aprendizaje realizados con tecnologías graficas avanzadas .

2.2.1 Introducción

Los procesos de enseñanza-aprendizaje contemplan diversos aspectos. En el ámbito de esta investigación nos vamos a centrar en el diseño y evaluación de materiales dirigidos a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con los contenidos y competencias asociados a disciplinas con necesidades gráficas.

Actualmente, los “estudiantes piensan y procesan la información de modo significativamente distinto a sus predecesores” (Prensky, 2001). Por lo tanto, es lógico pensar que los nuevos materiales educativos deberían tener presente aspectos que incluyeran las capacidades multimedia de los jóvenes actuales, denominados por Prensky como “Nativos Digitales”.

Comenta Prensky que los cerebros de estos jóvenes que han nacido y se han formado en la era digital, han experimentado cambios que los convierten en diferentes a los nuestros dado que “diversas clases de experiencias conducen a diversas estructuras cerebrales” según el doctor Bruce D. Perry, de la Universidad de Medicina de Baylor.

Sin embargo, las metodologías, los contenidos y los materiales en los que se utilizan tecnologías novedosas, todavía son elaborados por aquellos que se han incorporado de forma paulatina a los cambios tecnológicos digitales desde una cultura no digital. Estos que también Prensky ha denominado como “Inmigrantes Digitales” y que según él, conservan siempre una conexión o “acento” con el pasado.

Ilustra Prensky, como ejemplo de ese “acento” de los Inmigrantes Digitales, el hecho de la impresión de un documento escrito para corregirlo, en lugar de hacerlo sobre la misma pantalla. En este sentido, se puede resaltar que en entornos de proyecto en los que se trabaje con planos, todavía suele ser práctica general su impresión para la realización de correcciones sobre papel. Todo ello, con las posibilidades de hardware y software existentes para realizar dicha operación desde un formato digital.

Lógicamente, cuando nos encontramos en ámbitos educativos el lenguaje de la era pre-digital utilizado por los Inmigrantes Digitales, no es el que utilizan y entienden los Nativos Digitales que en ocasiones ven a los profesores como extranjeros que hablan un idioma que no comprenden.

Finalmente, y para establecer diferencias generales entre ambos, Prensky establece una serie de características que se detallan en la **Tabla 31**.

TABLA 31: NATIVOS DIGITALES E INMIGRANTES DIGITALES, SEGÚN PRENSKY

Nativos Digitales	Inmigrantes Digitales
Quieren recibir la información de forma ágil e inmediata.	No parecen valorar suficientemente las habilidades que los Nativos Digitales han adquirido y perfeccionado año tras año a través de interacción y práctica, y prefieren moverse dentro de lo que les es conocido en virtud de su forma de aprender -que es también la forma en que los enseñaron a ellos-.
Se sienten atraídos por multitareas y procesos paralelos.	
Prefieren los gráficos a los textos.	
Se inclinan por los accesos al azar (desde hipertextos).	
Funcionan mejor y rinden más cuando trabajan en Red.	
Tienen la conciencia de que van progresando, lo cual les reporta satisfacción y recompensa inmediatas.	
Prefieren instruirse de forma lúdica a embarcarse en el rigor del trabajo tradicional.	

Sin pretender hacer decálogo de la opinión de Prensky, lo cierto es que para realizar evaluaciones de materiales digitales que puedan implementarse con éxito en contextos educativos se deberá tener presente a los profesores y a los alumnos. Hay que tener en cuenta la realidad de la práctica diaria de los centros, de la mentalidad y de las condiciones de trabajo del profesorado (Alonso Cano, Casablanca Villar, & Domingo Peñafiel, 2010) y por supuesto la del alumnado.

Estos materiales digitales, junto con otros aspectos como la metodología adoptada para implementarlos, deben estar confeccionados con el objetivo de que permitan *aprender más, mejor y distinto*.

Aprender más está ligado a la eficiencia de la enseñanza y del aprendizaje. Los materiales digitales deben significar una mejor práctica para el profesor, de forma que no tenga que invertir más tiempo mediante su uso en la práctica docente y, de igual manera, un mejor desempeño para el alumno de forma que los materiales digitales no obliguen a usar más tiempo que el invertido con materiales tradicionales.

Aprender mejor se relaciona con que la experiencia de aprendizaje es más satisfactoria que con materiales tradicionales y que se pueda trabajar con ellos de forma personalizada. En esa experiencia satisfactoria un aspecto importante de los materiales elaborados con tecnologías es la motivación (Hepplestone, Holden, Irwin, Parkin, & Thorpe, 2011), en especial en enseñanza secundaria.

Aprender distinto se trata de las posibilidades de avanzar hacia modelos de enseñanza y aprendizaje más centrado en el alumno que permitan desarrollar sus competencias en relación con las necesidades actuales, unas competencias “del siglo XXI” (Ananiadou & Claro, 2009).

2.2.2 Consideraciones a tener en cuenta

Para la evaluación de materiales y contenidos digitales hay que partir del análisis de las buenas prácticas en el aula (con profesores y alumnos) y en el centro, dado que pueden existir necesidades tecnológicas que los centros deben cumplir para poder evaluar ciertos contenidos digitales.

Hay, por tanto, que preguntarse qué es lo que funciona actualmente en el aula con el uso de tecnologías, para poder realizar materiales digitales que den viabilidad a su incorporación a la práctica docente habitual. Así, si su incorporación implica un cambio muy brusco en la práctica docente, sea por aspectos metodológicos, por dificultad en la utilización de los materiales y además no se percibe la mejora del aprendizaje utilizando dichos materiales, entonces la valoración de dichos contenidos con el objetivo de implementarlos en cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje no va a ser positiva (Davis, Bagozzi, & Washaw, 1989).

En definitiva, para poder incorporar materiales digitales en contextos educativos formales hay que tener en cuenta la satisfacción del alumno y del profesor (Rohaán, Taconis, & Jochems, 2010).

Según Francesc Pedró (Pedró, 2011) “haciendo un ensayo de síntesis de los resultados de investigación educativa (Cravens, 2011; Olofsson, Lindberg, & Fransson, 2011; Spector, 2001; Trucano, 2005) sobre lo que funciona en materia de tecnología en el aula, se podría

afirmar que son seis los elementos que intervienen en la percepción de éxito de una innovación basada en la tecnología: competencia, motivación, comodidad, relevancia, eficiencia y, finalmente, unanimidad”.

I. Competencia.

Por un lado están los alumnos, que a pesar de ser más expertos que los docentes en el uso de dispositivos y materiales digitales que utilizan habitualmente en su día a día, no por ello los hace competentes en su uso eficiente para el aprendizaje (Kuiper, Volman, & Terwel, 2008). Por lo tanto se deben desarrollar las competencias apropiadas para un uso académico o escolar de dichos dispositivos y materiales digitales.

Por otro lado, según el proyecto TALIS de la OECD, los profesores demandan formación en el uso pedagógico de la tecnología (OECD, 2009). Perciben que sí están formados en habilidades tecnológicas, pero no en el uso de esas habilidades con fines docentes (ITL Research, 2011).

II. Motivación.

Existen evidencias científicas que demuestran que el uso de la tecnología en la educación supone mayores niveles de implicación y participación activa de los alumnos (Chung & Storm, 2010; Kearsley & Shneiderman, 1998; Hepplestone, Holden, Irwin, Parkin, & Thorpe, 2011).

Por parte de los docentes, también el uso de tecnologías digitales funciona como elemento motivador siempre que suponga mejora de su eficiencia en lo que se refiere a un ahorro de esfuerzo o en una mejora de la calidad de la actividad docente (ITL Research, 2011).

III. Relevancia.

El uso de tecnologías y materiales educativos debe suponer mejoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje y no fuentes de problemas adicionales. En este sentido, también los alumnos y los profesores difieren en su punto de vista. Para ilustrarlo, existe una investigación realizada por Ipsos-Mori (2007) para Becta, la agencia británica que se ocupa de la promoción del uso de las TIC en educación, demuestra la división que existe entre las prácticas docentes y las preferencias del alumnado.

De este informe se extrae que si las actividades más corrientes en el aula son: copiar de la pizarra o el libro (52%), escuchar la lección del profesor (33%), hacer un debate en clase (29%), o tomar apuntes de la lección del profesor (25%), y el trabajo con el ordenador queda limitado a un 16%. Para los alumnos, los métodos favoritos de aprendizaje son: el trabajo en grupo (55%), realizar actividades prácticas (39%), trabajar con los amigos (35%), y el empleo del ordenador (31%), mientras que copiar de la pizarra o el libro queda relegado a un 8%.

En este sentido, muchas iniciativas educativas innovadoras con materiales digitales no han cristalizado, a pesar del esfuerzo e ilusión de los promotores, porque los alumnos no han tenido la percepción de mejora respecto a experiencias previas (Cérisier & Popuri, 2011).

IV. Comodidad.

Las soluciones adoptadas en el ámbito educativo deben suponer un valor para el usuario, ya sea profesor o alumno, percibiendo que se obtiene una economía de esfuerzo respecto a experiencias anteriores. Suele ser muy habitual, la falta de consideración de la experiencia del usuario en los intentos de implementación de soluciones tecnológicas digitales (Dede, 2005).

Existen dos elementos claves asociados a la comodidad: la flexibilidad y la personalización. Los materiales digitales flexibles permiten adaptarse a las necesidades de cada usuario (Committee, 2009; Williams & Chinn, 2009), facilitando la personalización del itinerario de los alumnos.

V. Eficiencia.

Para los profesores debe suponer un ahorro de tiempo y esfuerzo tanto en sus tareas personales de “gestión pedagógica” como en la integración eficiente dentro del aula. En este último sentido, la integración eficiente de tecnologías y materiales digitales en el aula es un complejo aspecto y quizás por ello no exista base empírica suficiente para poder realizar análisis concluyentes (Hikmet, Taylor, & Davis, 2008; Peslak, 2005).

También para los alumnos la eficiencia es importante, de forma que el uso de materiales digitales educativos no suponga un mayor esfuerzo para aprender lo mismo.

VI. Unanimidad.

En definitiva, las soluciones que tienen más posibilidades de ser implementadas en contextos educativos serán las que convencen tanto a alumnos como a profesores.

Por lo tanto, teniendo en cuenta estos seis aspectos mencionados, que según la investigación educativa ayudan a la implementación de soluciones con tecnologías en el ámbito educativo, las propuestas de evaluación de los materiales educativos digitales deberían tenerlos presentes en su análisis.

En esta tesis se ha procurado trabajar en esa línea, tanto en el diseño, elaboración y evaluación de los materiales digitales como en las experiencias realizadas en distintos centros y niveles educativos, con alumnos y profesores.

En concreto, en este trabajo de investigación y en relación con los elementos comentados anteriormente se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) Usabilidad
- 2) Mejora del aprendizaje
- 3) Opinión de usuarios
- 4) Competencias
 - a. Habilidades Espaciales
 - b. Otras competencias

2.2.3 Usabilidad

En este trabajo de tesis se han realizado diversos materiales digitales que pretenden servir de recurso en procesos de enseñanza-aprendizaje y que en algunos casos han sido sometidos a evaluación. Un aspecto importante cuando se realiza una evaluación de un material de este tipo es su estudio de usabilidad.

Coloquialmente se entiende como usabilidad a la facilidad de uso, ya sea de una página web, una aplicación informática o cualquier otro sistema que interactúe con el usuario (Norman & Drapper, 1986; Norman, 1990).

La usabilidad tiene relación con el desarrollo de interacciones con productos (pueden ser sistemas, tecnologías, herramientas, aplicaciones o dispositivos) que sean fáciles de aprender, efectivos y de uso agradable desde la perspectiva del usuario (Preece, Rogers, & Sharp, 2002).

La norma ISO 9241-11 proporciona las directrices relativas a la usabilidad de un determinado producto, y es la que ha servido de referente en este trabajo. Esta norma define el concepto de usabilidad como “la medida en que los usuarios de los productos son capaces de trabajar de manera eficaz, eficiente y con satisfacción”, y los principios en los que según esta norma se basa la usabilidad son:

- *Facilidad de aprendizaje*: es la facilidad con que los usuarios pueden adquirir los conocimientos de una forma efectiva. Está relacionada con la familiaridad, la consistencia, el entorno amigable...
- *Flexibilidad*: se refiere a la variedad de posibilidades con las que el usuario y el sistema/producto pueden intercambiar información. También abarca la posibilidad de diálogo, la multiplicidad de vías para realizar la tarea, similitud con tareas anteriores y la optimización entre el usuario y el sistema.
- *Robustez*: es el nivel de apoyo al usuario que facilita el cumplimiento de sus objetivos. Está relacionada con la capacidad de observación del usuario, de recuperación de información y de ajuste de la tarea al usuario.

Bevan, (1999) y (2006), en consonancia con la norma ISO, define las componentes de la usabilidad:

- *Eficacia*: “Exactitud e integridad”. Un producto es eficaz según el grado de exactitud con que se realizan las tareas y cumple con los objetivos para los que está diseñado.
- *Eficiencia*: “Los recursos asignados”. Un producto es eficiente cuanto más rápido puede realizar las tareas para las que ha sido diseñado.
- *Satisfacción*: “Cumplir con las expectativas”. Es la libertad del usuario para mostrar su conformidad/disconformidad y sus actitudes hacia la utilización del producto.

Para cuantificar estas componentes, se han diseñado encuestas que permitieran realizar el estudio de usabilidad del “Taller de Modelado 3D”, descrito en esta tesis. Estas encuestas tienen como objetivo recoger datos referentes a la eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario, tomando como referencia el Nielsen’s Heuristic Evaluation (Nielsen, 1993), el

Nielsen's Attributes of Usability (Nielsen, 1993), el Perceived Usefulness and Ease of Use (Davis, 1989), el After Scenario Questionnaire (Lewis, 1995), el Purdue Usability Testing Questionnaire (Lin, Choong, & Salvendy, 1997) y el Use Questionnaire (Lund, 2001).

Las preguntas se han creado utilizando una escala tipo Likert (Likert, 1932), cuyo uso está muy aceptado en el diseño de encuestas para investigación (Durán, Ocaña, Cañadas, & Pérez, 2000) y según la cual, a cada pregunta, el encuestado le asignará una valoración numérica, valor que indica el grado de acuerdo o desacuerdo con respecto a la pregunta en una escala de cinco puntos. De esta forma se responde al cuestionario valorando con precisión el grado de acuerdo sobre las afirmaciones (Brooke, 1996).

Bevan (2006) menciona que para hacer estimaciones fiables de los resultados de satisfacción son necesarios entre ocho y diez participantes, aunque muestras más grandes ofrecen un valor más significativo de los resultados, como es el caso de las evaluaciones realizadas en este trabajo de investigación.

Dado que gran parte de las experiencias se realizan en contextos educativos de enseñanza secundaria, se diseñan los cuestionarios utilizando escala Likert tipo smile en la que se usan etiquetas visuales (similares a emoticonos) situadas sobre las etiquetas verbales (Imagen 15) que facilitan el reconocimiento de las opciones y son cercanos a los usuarios. Este tipo de escala se está utilizando en investigación dentro de contextos educativos con jóvenes (Fernández & Figueiras, 2001); (Segura-Díez & López-Sánchez, 2010), (Kam, Rudraraju, & Tewari, 2007).

Ha sido fácil aprender a usar los contenidos en Tableta Digital utilizados en esta Acción Puntual.					
	bastante difícil	algo difícil	normal	bastante fácil	muy fácil

IMAGEN 15: EJEMPLO DE DISEÑO DE PREGUNTA Y RESPUESTA UTILIZANDO UNA ESCALA LIKERT TIPO SMILEY

2.2.4 Mejora del aprendizaje

En el proceso de validación de contenidos educativos elaborados en este trabajo de tesis, se han realizado mediciones de mejora del aprendizaje para la resolución de ejercicios de determinación de vistas a partir de una perspectiva y realización de la perspectiva a partir de las vistas normalizadas.

Como instrumento de medición, se han utilizado ejercicios de las pruebas de acceso a la universidad (PAU) que tienen que ver con vistas normalizadas y perspectivas isométricas. Los ejercicios elegidos corresponden a exámenes de PAU de diferentes años (3 años).

Se ha elegido el uso de las pruebas de PAU como herramienta de medición de mejora del aprendizaje dado que esas pruebas se utilizan como un estándar en los procesos de selección de alumnos para el ingreso en la universidad y el diseño de las mismas es externo al contexto de esta tesis. En concreto, en la Tabla 32 se muestran los ejercicios utilizados en el marco de esta tesis.

TABLA 32: EJERCICIOS PARA LA MEDICIÓN DE MEJORA DEL APRENDIZAJE EN VISTAS NORMALIZADAS, UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO DE TESIS.

Prueba 1 (ejercicios de PAU)	
Ejercicio 1	Ejercicio 2
<p>Cotas en milímetros</p>	
Prueba 2 (ejercicios de PAU)	
Ejercicio 1	Ejercicio 2
<p>Cotas en milímetros</p>	
Prueba 3 (ejercicios de PAU)	
Ejercicio 1	Ejercicio 2
<p>Cotas en milímetros</p>	

2.2.5 Encuestas de opinión y toma de datos.

En muchas de las experiencias realizadas en este trabajo de investigación no se han realizado encuestas de usabilidad ni se ha medido la mejora del aprendizaje. El objetivo de estas experiencias se orientaba a la obtención de datos de opinión de los participantes, sobre otros aspectos de las mismas (valoraciones globales, tecnologías, adecuación pedagógica,..).

Para la realización de dichas encuestas de opinión también se hace uso de la escala tipo Likert y de preguntas con respuesta corta. Estas encuestas se pueden visualizar en los apartados correspondientes a las actividades donde se han llevado a cabo.

2.2.6 Competencias.

Este trabajo aborda experiencias en contextos educativos de enseñanza secundaria y de enseñanza superior. Aunque bajo distintos enfoques, en ambos contextos el concepto de competencia está muy presente. En torno a este concepto existe mucho debate educativo entre investigadores y autoridades educativas, existiendo diferencias entre países y regiones respecto a la determinación de un conjunto específico de habilidades y competencias y respecto a su definición.

Sin entrar en controversias, lo cierto es que las competencias se han incorporado en nuestro sistema educativo en respuesta a los planteamientos de los organismos internacionales (OCDE, Consejo de Europa, CEDEFOP, CIDREE) y de los estudios internacionales de evaluación (PISA, PIRLS, TIMSS), y en el caso de la educación superior, a los procedentes del denominado proceso de Bolonia.

Aunque las competencias afectan al conjunto del sistema educativo, desde infantil a la universidad, para enmarcar los procesos actuales de enseñanza-aprendizaje, es necesario realizar una ligera aproximación a las competencias en los contextos educativos donde se han realizado acciones en este trabajo de investigación. Es decir, enseñanza secundaria obligatoria, bachillerato, formación profesional superior y enseñanza universitaria. Tanto en la creación de contenidos como en la realización de actividades las competencias han estado presentes en los criterios de diseño de materiales y actividades.

La Comisión Europea define el término competencia como la capacidad demostrada de utilizar conocimientos y destrezas. El conocimiento es el resultado de la asimilación de información que tiene lugar en el proceso de aprendizaje. La destreza es la habilidad para aplicar conocimientos y utilizar técnicas a fin de completar tareas y resolver problemas.

Según el sociólogo suizo Philippe Perrenoud (Perrenoud, 2006), las competencias permiten hacer frente a una situación compleja, construir una respuesta adaptada. Se trata de que el estudiante sea capaz de producir una respuesta que no ha sido previamente memorizada.

Con el desarrollo de las competencias se trata de formar a las personas no solo para que puedan participar en el mundo del trabajo sino para que sean capaces de desarrollar un proyecto personal de vida. Personas con capacidad para aprender permanentemente.

2.2.6.1 Competencias en los distintos niveles educativos. Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (ISCED).

Como se ha comentado en el apartado 1.2, este trabajo de tesis continua con la línea de investigación del grupo DEHAES, pero incluye contextos educativos que no se habían abordado como la enseñanza secundaria obligatoria, bachillerato, ciclos formativos de grado superior, enseñanzas artísticas superiores, así como estudios universitarios a los que el grupo no había accedido como son los grados de bellas artes y los de ingeniería náutica y agraria. Dado este amplio espectro de actuación, se considera relevante contemplar cómo se clasifican los sistemas educativos a nivel internacional y poder disponer de referentes, sobre todo con los procesos en los que se evalúan y comparan los sistemas educativos de distintos países.

En este sentido, la UNESCO elaboró la International Standard Classification of Education (ISCED) para aportar una serie de criterios homogéneos y poder recopilar estadísticas

comparables sobre la educación internacional. En 2011, los estados miembros de la UNESCO, aprueban la revisión de la ISCED (UNESCO, 2011), que se elabora en estrecha colaboración con las organizaciones asociadas como por ejemplo la OCDE y Eurostat.

El informe Eurydice sobre la estructura educativa de los sistemas educativos europeos 2012/13 utiliza como referente la clasificación ISCED y la organización de las enseñanzas en cada país (Eurydice, 2013).

Para simplificar dicho informe, se agrupa la Educación Secundaria (ISCED 2 e ISCED 3) por un lado y la Educación Post-Secundaria (ISCED 4 e ISCED 5) por otro. En la **Tabla 33**, se indican muy brevemente a qué perfil corresponden las distintas clasificaciones para Educación Secundaria y en la **Tabla 35** se indican los mismos aspectos para la Educación Post-Secundaria. En la **Tabla 34** y la **Tabla 36** se concretan para el caso de España.

TABLA 33: EDUCACIÓN SECUNDARIA SEGÚN LA INTERNATIONAL STANDARD CLASSIFICATION OF EDUCATION (ISCED)

ISCED 2: Educación Secundaria inferior	ISCED 3: Educación Secundaria superior
Es la continuación de la educación primaria, aunque en esta etapa la enseñanza se organiza más en torno a las materias. Normalmente, el final de esta etapa coincide con el final de la educación obligatoria.	Esta etapa suele comenzar una vez finalizada la educación obligatoria. La edad de acceso son normalmente los 15 ó 16 años. Por lo general, para acceder a esta etapa educativa es necesario tener una titulación (acreditativa de haber completado la educación obligatoria) y cumplir otra serie de requisitos mínimos. A menudo la enseñanza se centra más en las diferentes asignaturas que el nivel 2. Suele tener una duración de entre dos y cinco años.
Lower Secondary Education	Upper Secondary Education
Vocational Lower Secondary Education	

TABLA 34: EDUCACIÓN SECUNDARIA EN ESPAÑA SEGÚN LA INTERNATIONAL STANDARD OF EDUCATION (ISCED)

ISCED 2	ISCED 3
Educación Secundaria Obligatoria (ESO)	Bachillerato
	Ciclos Formativos de Grado Medio
Enseñanzas Elementales de Música y Danza	Enseñanzas Profesionales de Música y Danza
	Grado Medio de Artes Plásticas y Diseño
	Grado Medio de Enseñanzas Deportivas

TABLA 35: EDUCACIÓN POST-SECUNDARIA: INTERNATIONAL STANDARD CLASSIFICATION OF EDUCATION (ISCED)

ISCED 4: Educación Post-Secundaria no superior	ISCED 5: Educación Superior (primera etapa)
Esta etapa agrupa los programas que están a caballo entre la Educación Secundaria superior y la Educación Superior. Su objetivo es ampliar los conocimientos de quienes tienen el título del CINE 3. Como ejemplos típicos de los programas de esta etapa se pueden mencionar los que están dirigidos a preparar a los estudiantes para acceder al nivel 5, o los que preparan para acceder directamente al mercado laboral.	Para acceder a estos programas, normalmente es necesario haber completado los niveles ISCED 3 ó 4. Esta etapa incluye tanto programas con orientación académica (tipo A), muy basados en la teoría, como programas con orientación profesional (tipo B), que suelen ser más cortos que los del tipo A y preparan para acceder al mercado laboral.
Post-secondary non-tertiary	Higher education (ISCED 5A)
	Short-cycle Higher education (ISCED 5B)

TABLA 36: EDUCACIÓN POST-SECUNDARIA EN ESPAÑA: INTERNATIONAL STANDARD OF EDUCATION (ISCED)

ISCED 4	ISCED 5
	Enseñanzas Universitarias (ISCED 5A)
	Enseñanzas Artísticas Superiores (ISCED 5A)
No existe en España	Ciclos Formativos de Grado Superior (ISCED 5B)
	Grado Superior de Artes Plásticas y Diseño (ISCED 5B)
	Grado Superior de Enseñanzas Deportivas (ISCED 5B)

En la Imagen 16 se puede apreciar de forma gráfica la clasificación ISCED de la educación en España, según el informe Eurydice 2011.

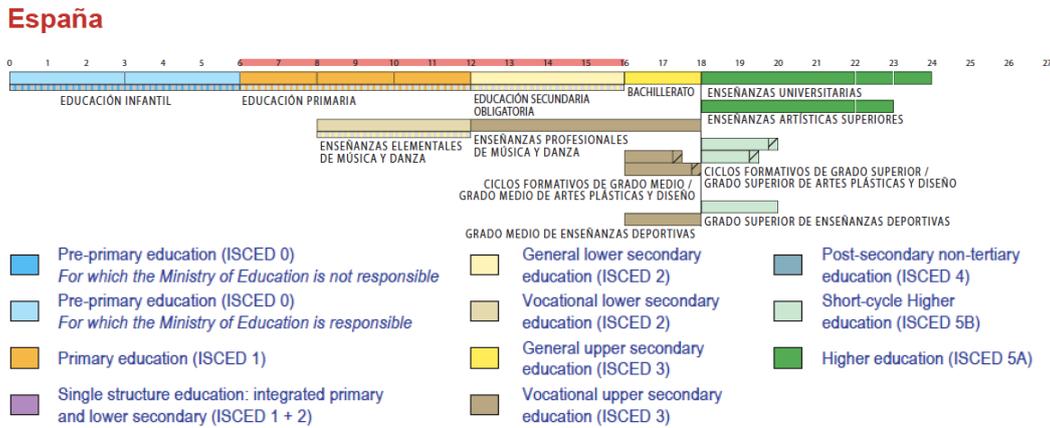


IMAGEN 16: EDUCACIÓN EN ESPAÑA SEGÚN LA ISCED. (FUENTE: EURYDICE 2011)

En la Imagen 17 se aprecia de forma más detallada el sistema educativo en España.

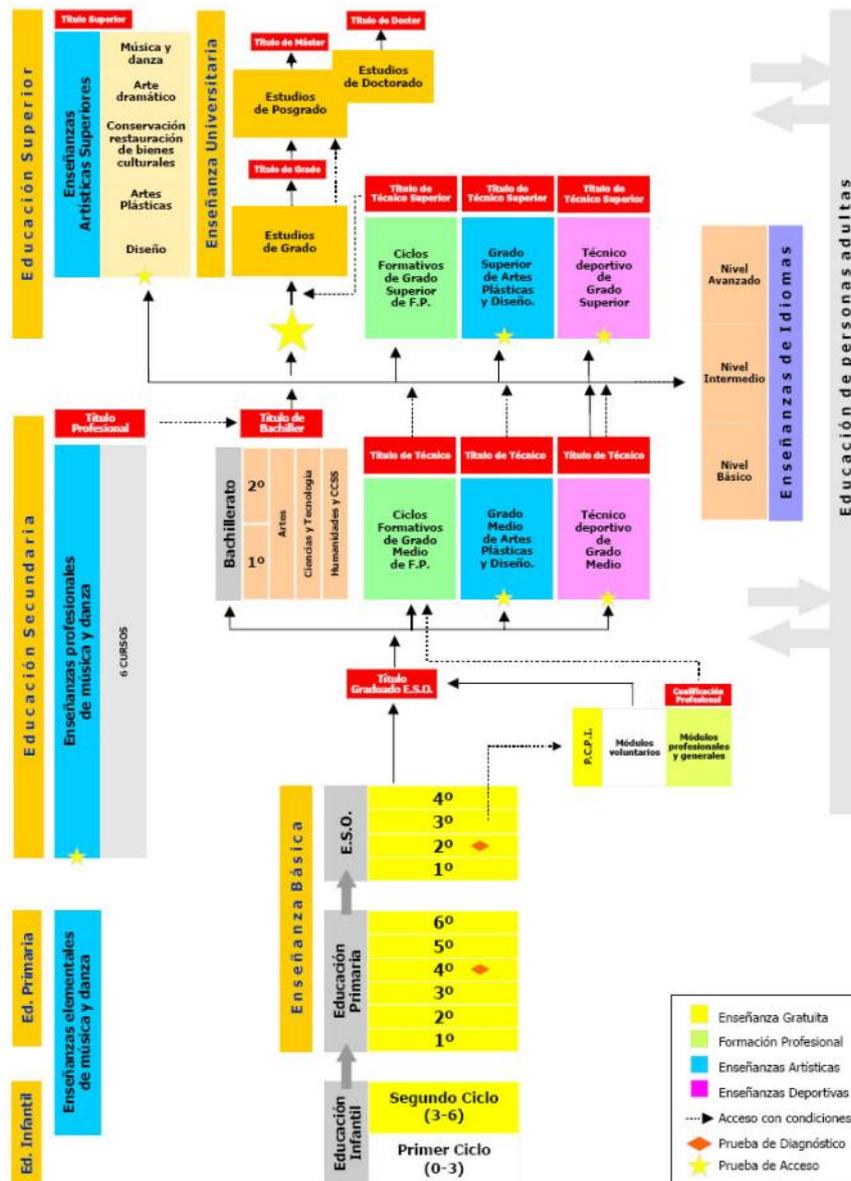


IMAGEN 17: EDUCACIÓN EN ESPAÑA. (FUENTE: MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA)

Independientemente de las modificaciones que puedan sufrir, en su estructura, los distintos sistemas educativos, el disponer de un sistema internacional que permita compararlos, con el que se puedan difundir estudios y experiencias investigadoras homologables, resulta interesante más aún cuando estamos en un espacio europeo de educación, donde se promueve la movilidad tanto de alumnos como de docentes. Por tanto, se adopta en este trabajo de investigación, la designación de la ISCED con el fin de facilitar la divulgación del mismo.

Para continuar hablando de competencias, en el contexto de este trabajo de tesis, se parte de las diferencias de tratamiento según el nivel educativo. Así, por ejemplo, mientras en todos los niveles educativos, el currículo se organiza “por competencias”, sin embargo en Bachillerato (ISCED 3) no se contemplan en el diseño curricular y tan sólo se hacen referencias al término competencia (Tabla 37).

TABLA 37: INCLUSIÓN DE LAS COMPETENCIAS EN LOS DISTINTOS NIVELES EDUCATIVOS EN ESPAÑA Y NIVELES DONDE SE HAN REALIZADO ACCIONES

ISCED 5		
Educación basada en competencias	Enseñanzas Universitarias (ISCED 5A)	X
	Enseñanzas Artísticas Superiores (ISCED 5A)	X
	Ciclos Formativos de Grado Superior (ISCED 5B)	X
	Grado Superior de Artes Plásticas y Diseño (ISCED 5B)	X
	Grado Superior de Enseñanzas Deportivas (ISCED 5B)	-
ISCED 3		
NO COMPETENCIAS	Bachillerato	X
Educación basada en competencias	Ciclos Formativos de Grado Medio	-
	Enseñanzas Profesionales de Música y Danza	-
	Grado Medio de Artes Plásticas y Diseño	-
	Grado Medio de Enseñanzas Deportivas	-
ISCED 2		
Educación basada en competencias	Educación Secundaria Obligatoria (ESO)	X
	Enseñanzas Elementales de Música y Danza	-

Por tanto, se realiza una breve aproximación a las competencias separando los contextos de la enseñanza secundaria y de la enseñanza post-secundaria en los que se han realizado trabajo de campo.

2.2.6.2 Aproximación a las competencias en la enseñanza secundaria (ISCED 2 e ISCED 3).

En 2002, la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) da a conocer su propuesta de competencias en el proyecto denominado DeSeCo (Definición y Selección de Competencias). De acuerdo con éste, son tres los bloques de competencias claves:

- 1) Competencias que permiten dominar los instrumentos socioculturales necesarios para interactuar con el conocimiento (la habilidad para usar el lenguaje, los símbolos y los textos interactivamente; la habilidad para usar el conocimiento y la información interactivamente y el uso de la tecnología de un modo interactivo).
- 2) Competencias que permiten interactuar en grupos heterogéneos, tales como relacionarse bien con otros, cooperar y trabajar en equipo y administrar, gestionar y resolver conflictos.

- 3) Competencias para actuar de un modo autónomo (comprender el contexto en que se actúa y se decide, crear y administrar planes de vida y proyectos personales y defender y afirmar los propios derechos, intereses, necesidades y límites).

Posteriormente, en 2006 el Diario Oficial de la Unión Europea publica un texto, *“Competencias clave para el aprendizaje permanente”*, que trata de especificar de un modo más detallado las competencias en el ámbito escolar. En la **Tabla 38** se puede ver el listado de competencias propuestas por la Unión Europea y su transposición para el entorno educativo español.

TABLA 38: COMPETENCIAS CLAVE (EUROPA) VS COMPETENCIAS BÁSICAS (ESPAÑA).

Unión Europea	España
1. Comunicación en lengua materna.	1. Competencia en comunicación lingüística.
2. Comunicación en lengua extranjera.	
3. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.	2. Competencia matemática. 3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico .
4. Competencia digital.	4. Tratamiento de la información y competencia digital.
5. Aprender a aprender.	5. Competencia para aprender a aprender.
6. Competencias sociales y cívicas.	6. Competencia social y ciudadana.
7. Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.	7. Autonomía e iniciativa personal.
8. Conciencia y expresión culturales.	8. Competencia cultural y artística.

Todos los aspectos formales y no formales que afectan a la educación de los jóvenes en España se orientan hacia la adquisición final de Competencias Básicas, por lo que queda claro la gran importancia que su incorporación posee para el currículo actual. Las Competencias Básicas forman parte de las enseñanzas mínimas de la educación obligatoria, junto con los objetivos de cada área, los contenidos y los criterios de evaluación.

A este respecto, en los decretos de mínimos se insiste en la necesidad de poner los conocimientos en práctica:

- 1) Real decreto 1630/2006, de 19 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes al segundo ciclo de Educación Infantil (ISCED 0).
- 2) Real decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria (ISCED 1).
- 3) Real decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (ISCED 2).

En referencia a la evaluación, las evaluaciones internacionales y en concreto los informes trienales del PISA (Programme for the International Student Assessment) se han convertido en el referente de la valoración de las competencias. El informe PISA destaca la importancia de aplicar lo aprendido en el mundo real evitando limitarse a la posesión del conocimiento que puedan suministrar asignaturas desconectadas entre sí (Feito Alonso, 2008). Utiliza un concepto de alfabetización referido a la capacidad de los estudiantes para analizar, razonar y comunicar de una forma efectiva el modo en que plantean, resuelven e interpretan problemas en una variedad de materias, lo que supone extrapolar lo que han aprendido y

aplicar sus conocimientos ante nuevas circunstancias, algo fundamental por su relevancia para el aprendizaje a lo largo de la vida.

Con respecto a bachillerato (ISCED 3), aunque los currículos de la educación española se organizan «por competencias», no ocurre así en este nivel educativo. Mientras que los de primaria, secundaria obligatoria, formación profesional y universidad se organizan obligatoriamente por competencias, en Bachillerato no se contemplan en el diseño curricular. Así en el artículo 2 del RD 1467/2007, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas, al referirse a los fines del bachillerato, aparece el término: *“El bachillerato tiene como finalidad proporcionar a los estudiantes formación, madurez intelectual y humana, conocimientos y habilidades que les permitan desarrollar funciones sociales e incorporarse a la vida activa con responsabilidad y competencia”*.

Sin embargo, algunas comunidades como Cataluña y Canarias desarrollan su currículo de Bachillerato basado en competencias, dando una continuidad a las competencias básicas de la Educación Obligatoria.

2.2.6.3 Aproximación a las competencias en la formación profesional superior (ISCED 5B).

Desde el enfoque de la formación profesional, Oriol Homns (2008) señala tres posibles interpretaciones del término competencia. La primera la concibe *“como la iniciativa y la responsabilidad que el individuo asume ante situaciones profesionales a las que se enfrenta”*. Una segunda se centra en *“la inteligencia práctica de las situaciones, la cual se basa en los conocimientos adquiridos y los transforma a medida que se enfrenta ante diversidad de situaciones”*. Finalmente, la tercera, se refiere al trabajo colectivo *“en torno de una misma situación, de compartir los retos y de asumir las áreas de corresponsabilidad. Este tercer enfoque aporta la dimensión colectiva inherente a todo proceso de trabajo. Son los individuos quienes movilizan las competencias, pero se requiere la competencia colectiva de una red de actores para conseguir un resultado satisfactorio”*.

En el contexto europeo, el Cedefop (Centro Europeo para el desarrollo de la formación profesional) tiene como misión prestar asistencia a la Comisión Europea para contribuir a escala comunitaria, a la promoción y el desarrollo de la formación profesional y continua. Bianualmente, el Cedefop, publica unos Informes de la Investigación sobre la formación y enseñanza profesional en Europa con el fin de, entre otros aspectos, *“describir y explicar los sistemas, condiciones y contextos de los procesos de obtención y actualización de competencias”* (Cedefop, 2002). Para poder abordar este objetivo, se debe dar una importante interrelación entre los distintos actores de los sectores educativo y laboral.

En este sentido, en la formación profesional es donde existe mayor participación de los agentes sociales (organizaciones sindicales y empresariales) en contextos de enseñanza, además de instituciones y organizaciones educativas.

Esta colaboración debe dar respuesta a los retos que supone el ritmo de cambio de los entornos de empleo debido a factores como *“la introducción de las nuevas tecnologías, que reclaman competencias intelectuales en detrimento de las manuales”* (Cedefop, 2002). De esta forma, el mercado de trabajo actual presenta demandas contradictorias dado que por un lado se buscan trabajadores muy adaptables (con competencias generales), y a la vez muy operativos (con competencias específicas; especialistas).

En España, el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte divulga la Formación Profesional desde el portal: www.todofp.es, donde se indica que además de las competencias específicas propias de cada especialidad, existen una serie de competencias complementarias que son cada vez más demandadas en el mundo laboral. Estas competencias se indican en la **Tabla 39**.

TABLA 39: COMPETENCIAS COMPLEMENTARIAS EN FORMACIÓN PROFESIONAL (ESPAÑA).

Aprender a aprender	Autoaprendizaje.
	Capacidad autocrítica.
	Búsqueda de información.
	Organización del tiempo.
Autonomía e iniciativa personal	Habilidades sociales (confianza en uno mismo, tolerancia, respeto, espíritu de superación, iniciativa y liderazgo, trabajo en equipo).
	Gestión de proyectos y resolución de problemas.
	Capacidad de adaptación (gestión del cambio).
Comunicación	Manejo de idiomas.
	Habilidades de comunicación.
Tratamiento de la información y competencia digital	

La oferta educativa de formación profesional, existente en España, está en torno a 150 títulos que se organizan en 26 familias profesionales. Los currículos de todos estos ciclos quedan reflejados en los correspondientes reales decretos u orden ministerial, donde se incluyen las competencias generales, las competencias profesionales, personales y sociales.

2.2.6.4 Aproximación a las competencias en la enseñanza universitaria (ISCED 5A).

Con la creación del Área de Educación Europea se establece una educación centrada en el aprendizaje con preferencia a una educación centrada en la enseñanza. Al contraponer enseñanza y aprendizaje se pretende resaltar la importancia que en el nuevo paradigma educativo debe tener la educación en términos de adquisición por parte del estudiante de capacidades, habilidades, competencias y valores que le permitan una progresiva actualización de los conocimientos a lo largo de toda su vida.

El término competencia ha sido el elegido por el proyecto Sócrates-Erasmus titulado “Tuning Educational Structures in Europe” para condensar en un término el significado que mejor puede representar los nuevos objetivos de la educación europea. La educación deberá centrarse en la adquisición de competencias por parte del alumno. Se trata de centrar la educación en el estudiante. El papel fundamental del profesor debe ser el de ayudar al estudiante en el proceso de adquisición de competencias.

El concepto de competencia pone el acento en los resultados del aprendizaje, en lo que el alumno es capaz de hacer al término del proceso educativo y en los procedimientos que le permitirán continuar aprendiendo de forma autónoma a lo largo de su vida.

Resulta interesante ver cómo se articula el referido proyecto “Tuning Educational Structures in Europe”, para entender la relevancia que se ha dado a las competencias en el ámbito del espacio europeo de educación y el esfuerzo por articularlas. Para llevar a cabo dicho proyecto se elaboró un cuestionario en el que se enumeraron un conjunto de competencias a fin de conocer la opinión que sobre su importancia tenían tres colectivos considerados fundamentales: un colectivo de graduados que hubieran terminado sus estudios entre tres y cinco años antes de responder al cuestionario, un colectivo de empresarios que proporcionan empleo (empleadores), y otro de académicos ligados a las universidades.

Para preparar el cuestionario destinado a graduados y empleadores se llevaron a cabo alrededor de veinte estudios en el campo de las competencias y destrezas genéricas. Se elaboró una lista de 85 competencias y destrezas diferentes que fueron consideradas pertinentes por compañías privadas e instituciones de educación superior.

Con posterioridad se trabajó cuidadosamente en el análisis del significado de esas competencias con el fin de reducir su número a una cifra manejable y evitar el solapamiento y la repetición de significados. El resultado final fue una lista de 30 competencias que se organizaron según la **Tabla 40**.

TABLA 40: UNA SELECCIÓN DE COMPETENCIAS DENTRO DEL PROYECTO TUNING EDUCATIONAL STRUCTURES IN EUROPE

	Competencias Instrumentales	Competencias Interpersonales	Competencias Sistémicas
1	Capacidad de análisis y síntesis.	Capacidad crítica y autocrítica.	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
2	Capacidad de organizar y planificar.	<i>Trabajo en equipo.</i>	Habilidades de investigación
3	Conocimientos generales básicos.	Habilidades interpersonales.	Capacidad de aprender.
4	<i>Conocimientos básicos de la profesión.</i>	Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar.	Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones.
5	Comunicación oral y escrita en la propia lengua.	Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas.	Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad).
6	Conocimiento de una segunda lengua.	Apreciación de la diversidad y multiculturalidad.	Liderazgo.
7	<i>Habilidades básicas en el manejo de ordenadores.</i>	Habilidad de trabajar en un contexto internacional.	Conocimiento de culturas y costumbres de otros pueblos.
8	Habilidades de gestión de información.	Compromiso ético.	<i>Habilidad para trabajar de forma autónoma.</i>
9	Resolución de problemas.		Diseño y gestión de proyectos
10	Toma de decisiones.		Iniciativa y espíritu emprendedor.
11			Preocupación por la calidad.
12			Motivación de logro.

Esta lista de competencias fue sometida a juicio de graduados y empleadores. Para cada una de las competencias se les pidió dos tipos de respuestas: una valoración de la importancia que ellos concedían a esa competencia y otra valoración del nivel de logro que ellos habían alcanzado en cada competencia como resultado de la educación que habían recibido en sus respectivos programas. La valoración se realizó en una escala de uno (ninguna importancia o nivel de logro) a cuatro (gran importancia o nivel de logro). Además también se les solicitó que ordenaran las cinco competencias que consideraran más importantes.

En el cuestionario que se pasó a los académicos se construyó sobre la base de los resultados obtenidos con los graduados y los empleadores. Solamente se incluyeron 17 competencias; once de ellas fueron las que mostraron mayor grado de acuerdo entre graduados y a ellas se añadieron otras seis que también habían sido consideradas como muy importantes por los dos grupos. La petición que se hizo a los académicos fue que ordenaran por rango la importancia de las 17 competencias.

En la tabla siguiente se recoge la posición ordinal asignada por cada uno de los colectivos consultados a cada una de las diecisiete competencias sometidas a valoración y las correlaciones entre las tres ordenaciones (Tabla 41).

TABLA 41: POSICIÓN ORDINAL DE LAS COMPETENCIAS VALORADAS POR LOS TRES COLECTIVOS ENCUESTADOS EN EL PROYECTO TUNNING

Competencia	Académicos	Graduados	Empleadores
1 Capacidad para el análisis y síntesis	2	1	3
2 Capacidad para aplicar el conocimiento en la práctica	5	3	2
3 Conocimiento general básico	1	12	12
4 Conocimiento básico de la profesión	8	11	14
5 Comunicación oral y escrita en el lenguaje nativo	9	7	7
6 Conocimiento de una segunda lengua	15	14	15
7 Habilidades elementales de cálculo	16	4	10
8 Habilidades de investigación	11	15	17
9 Capacidad para aprender	3	2	1
10 Capacidad crítica y autocrítica	6	10	9
11 Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones	7	5	4
12 Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad)	4	9	6
13 Toma de decisiones	12	8	8
14 Habilidades interpersonales	14	6	5
15 Capacidad para trabajar en un equipo interdisciplinar	10	13	11
16 Aprecio por la diversidad y por la multiculturalidad	17	17	16
17 Compromiso ético	13	16	13

La correlación (Spearman) entre la ordenación de los graduados y la de los empleadores fue 0,899, entre los académicos y los graduados fue 0,456 y entre los académicos y los empleadores fue 0,549.

Como se ha visto, el desarrollo de competencias en el ámbito universitario se ha convertido en una prioridad. Algunas comunidades autónomas, como por ejemplo Cataluña, han creado a través de las agencias de evaluación de la calidad del sistema universitario, toda una serie de guías alrededor del desarrollo de competencias por áreas de conocimiento (http://www.aqu.cat/aqu/publicacions/guies_competencies_es.html).

En el contexto de enseñanza superior, en este trabajo de investigación se han realizado experiencias en los siguientes grados:

- 1) Ingeniería Náutica
- 2) Ingeniería Agraria
- 3) Ingeniería Electrónica
- 4) Ingeniería Informática
- 5) Bellas Artes

Estas titulaciones comparten algunas competencias. Entre ellas están la capacidad de visión espacial, el trabajo en grupo y el uso general y específico de las TIC.

2.2.6.5 Aproximación a las competencias de los grados de ingeniería.

Entre el 2004 y el 2005, la ANECA publica diferentes libros blancos en el área de Ingeniería. (<http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Otros-documentos-de-interes/Libros-Blancos>).

A partir de esos documentos, todos los agentes implicados (órganos directivos y comisiones académicas) contribuyen a desarrollar los planes de estudios de las nuevas titulaciones de Grado.

El Ministerio de Ciencia e Innovación publicó en el Boletín Oficial del Estado (BOE 18,19 y 20 de febrero de 2009) una Orden Ministerial para cada título universitario en el que aparecen las competencias a adquirir por los estudiantes para habilitarles en el ejercicio de la profesión. Según las distintas Orden Ministeriales, una de las competencias a adquirir en, prácticamente, todos los grados de ingeniería donde se han realizado actividades en este trabajo de investigación es la “Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador”.

Es preciso señalar que algunos planes de estudio la denominan Concepción Espacial, y otros Visión Espacial. Ambos términos se refieren a la habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional (Martín-Dorta, 2009). Dicha competencia, a su vez, está considerada por diversos autores como fundamental para el ejercicio de la profesión de ingeniero (Adánez & Velasco, 2002; Ferguson, 1992).

Sin embargo, en los programas de las asignaturas de estos nuevos Grados no aparecen actividades dirigidas explícitamente a la mejora de la visión espacial. Se entiende que al cursar asignaturas relacionadas con planos, esquemas y modelos de piezas se desarrolla dicha capacidad, aunque no suele medirse su efecto.

A su vez, en los planes de estudio de los grados de ingeniería, figuran como resultados del aprendizaje el conocer las dimensiones de los objetos en el espacio y las posibles interacciones entre los mismos mediante el empleo de proyecciones geométricas, la iniciación práctica al dibujo asistido por ordenador y la adquisición de habilidades para la realización de dibujos de conjunto y despieces de mecanismos.

Por este motivo, en la enseñanza universitaria, la capacidad espacial se revela como una habilidad necesaria para que los estudiantes aborden con éxito los contenidos docentes; distintos autores relacionan un alto nivel de estas capacidades con el éxito en carreras técnicas: el pensamiento espacial es esencial para el pensamiento científico y se utiliza para representar y manipular información en el aprendizaje y en la resolución de problemas (Smith, 1964; McGEE, 1979; Clements & Battista, 1992).

En el entornos de ingeniería es importante ser capaz de interpretar el plano de una instalación, visualizando sus distintos componentes en tres dimensiones. Así, por ejemplo, en entornos náuticos al manejar simuladores y otros elementos auxiliares del buque, la información disponible está en dos dimensiones y es necesaria la visualización tridimensional.

Numerosos estudios demuestran que las habilidades espaciales se pueden desarrollar a través de la formación si se proporcionan los materiales apropiados (Cohen, Hegarty, Keehner, & Montello, 2003; Kinsey, 2003; Newcomer, Raudebaugh, McKell, & Kelley, 1999; Potter & Van der Merwe, 2003), y existe unanimidad acerca de que la capacidad espacial se puede mejorar mediante el entrenamiento (Sorby, Wysocki, & Baartmans, 2003).

2.2.6.6 Aproximación a las competencias en los grados de bellas artes.

Como se ha indicado, en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, el objetivo principal del proceso de enseñanza-aprendizaje consiste no solo en la adquisición de conocimientos por parte del alumno, sino en el desarrollo de una serie de competencias (capacidades y destrezas) en función de los perfiles académicos y profesionales. En este sentido, se entiende por competencias, aquellos conocimientos relativos a la actividad profesional que son resultado del aprendizaje.

El libro Blanco del grado de BBAA especifica algunas competencias que son genéricas para todas las facultades, como por ejemplo:

- 1) Capacidad de documentar y determinar el sistema de representación adecuado a la producción artística
- 2) Capacidad de aplicar profesionalmente tecnologías específicas (libro Blanco)

Adicionalmente, cada centro universitario incluye, al realizar las guías docentes de las asignaturas del grado, otras competencias denominadas específicas para el desarrollo de los objetivos propuestos. Entre ellas podemos destacar:

- 3) Adquisición de destrezas gráfica y manual y visión espacial. (Facultad de Bellas Artes, Altea-Alicante)
- 4) Capacidad para la utilización de las técnicas de representación manual e informáticas más adecuadas. (Facultad de BBAA, Altea-Alicante)
- 5) Capacidad para la visión espacial. (Universidad de Vigo)
- 6) Habilidad para trabajar en la bidimensionalidad y la tridimensionalidad (Universidad de Vigo)
- 7) Incrementar la capacidad visual perceptiva. (Universidad Politécnica de Valencia)

Como herramientas tecnológicas asociadas a los sistemas de representación, los programas de diseño asistido por ordenador han sido empleados tradicionalmente en ámbitos educacionales afines a la ingeniería, sin extenderse su uso en materias relacionadas con los estudios de Bellas Artes. Si bien en el dibujo tipo croquis hay debate sobre si las herramientas digitales deben sustituir a los métodos tradicionales de dibujo (Ruiz Lamas, 2003), cuando se habla de sistemas de representación, el uso de herramientas de diseño asistido por ordenador permite al alumno no sólo visualizar sino también hacer diferentes pruebas con sistemas o vistas, hasta encontrar aquella que mejor se ajusta a su dibujo.

Varias de las competencias contempladas en los planes de estudio de las titulaciones de Grado en el ámbito de las Bellas Artes hacen referencia a las capacidades espaciales y al uso de tecnologías para la interpretación visual.

Por otra parte, el libro Blanco del grado de Bellas Artes (ANECA, 2004) especifica que hay que desarrollar programas de apoyo docente destinados a formar al alumnado dentro de las competencias específicas sobre las que se detecten insuficiencias de formación. Es preciso, por tanto, diseñar pequeños talleres modulares que permitan formar a los alumnos teniendo en cuenta que no todos llegan a la universidad con el mismo nivel de competencias.

En los programas de las asignaturas de estos nuevos Grados no aparecen actividades dirigidas explícitamente a la mejora de las capacidades, como puede ser la elección de

sistema de representación o la visión espacial. Se entiende que al cursar asignaturas relacionadas con el espacio, volumen y al conocer los sistemas de representación se desarrolla dicha capacidad, aunque no suele medirse su efecto. Por otro lado hay pocos estudios en el ámbito de Bellas Artes que incidan sobre el pensamiento espacial de los alumnos y la mejor estrategia para desarrollarlo. (Giménez Morell, Grassa Miranda, & Vidal Alamar, 2010).

En este sentido, el diseño del Taller de Modelado 3D, que se describe en este trabajo de tesis, se utiliza para abordar contenidos de las asignaturas de Sistemas de Representación (vistas normalizadas, perspectivas,..), según se describirá en el apartado 3 y como herramienta de mejora de la competencia de capacidad espacial.

2.2.6.7 Relación de la habilidad espacial con los estudios con los estudios de ciencia, tecnología, arte y diseño (STEM/STEAM).

Como se ha comentado, en el marco del Espacio Europeo de Educación, el objetivo principal del proceso de enseñanza-aprendizaje consiste no solo en la adquisición de conocimientos por parte del alumno, sino en el desarrollo de una serie de competencias (capacidades y destrezas) en función de los perfiles académicos y profesionales.

Aunque la habilidad espacial no aparece como competencia básica en enseñanza secundaria, sí que aparece ligada a una de las competencias básicas que es la matemática. También existe una relación demostrada entre la habilidad espacial de los alumnos y la elección de estudios de ciencia y tecnología (Wai, Lubinski, & Benbo, 2009).

En este sentido, el taller de modelado 3D propuesto en este trabajo de tesis está dirigido a los contenidos de las asignaturas de Sistemas de Representación (vistas normalizadas, perspectivas,..), y pretende ser una herramienta para el desarrollo de las habilidades espaciales desde los primeros niveles de Enseñanza Secundaria.

Durante el periodo de realización de esta tesis, en el que se han realizado experiencias prácticas en centros de secundaria, la estructura de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ISCED 2) no ha variado. La enseñanza se organiza en materias de carácter obligatorio y materias optativas. A fin de orientar la elección de los alumnos, se pueden establecer agrupaciones de estas materias en diferentes opciones.

TABLA 42: ASIGNATURAS OBLIGATORIAS DE 1º A 4º DE E.S.O, RESALTANDO LAS QUE PUEDEN UTILIZAR EL TALLER DE MODELADO 3D COMO RECURSO EDUCATIVO

1º, 2º y 3º ESO	4º ESO	
Asignaturas Obligatorias	Asignaturas Obligatorias	(Obligatorio elegir tres)
Ciencias de la Naturaleza		Biología y Geología
Educación Física	Educación Física	
Ciencias Sociales	Ciencias Sociales	
Geografía e historia	Geografía e historia	
Lengua Castellana (Literatura)	Lengua Castellana (Literatura)	
Leguaje Extranjera	Leguaje Extranjera	Segunda Lengua Extranjera
Matemáticas	Matemáticas	
Expresión Plástica y Visual		Educación Plástica y Visual
Música		Música
Tecnología		Tecnología
		Informática
		Latín
		Física y Química

Los estudios generales de Bachillerato (ISCED 3) constan de dos cursos y se desarrollan en tres modalidades diferentes. Las materias pueden ser comunes, propias de cada modalidad y materias optativas.

TABLA 43: MATERIAS OBLIGATORIAS DE BACHILLERATO, RESALTANDO LAS QUE PUEDEN UTILIZAR EL TALLER DE MODELADO 3D COMO RECURSO EDUCATIVO.

Artes (Artes Plásticas, Imagen y Diseño)	Ciencia y tecnología	Humanidades y Ciencias Sociales
	Ciencias para el mundo contemporáneo	
	Educación Física	
	Filosofía y Ciudadanía	
	Historia de la Filosofía	
	Lengua Castellana y Literatura	
	Lengua Extranjera	
<i>Dibujo Artístico I y II</i>	Biología y Geología	Economía de la Empresa
<i>Dibujo Técnico I y II</i>	<i>Dibujo Técnico I y II</i>	Economía
<i>Volumen</i>	Física y Química I y II	Geografía
<i>Técnicas de Expresión Gráfica Plásticas</i>	<i>Matemáticas I y II</i>	Griego y Latín I y II
Historia del arte	<i>Tecnología Industrial I y II</i>	Historia del Arte
<i>Diseño</i>	Biología	Historia del mundo contemporáneo
Cultura Audiovisual	Ciencias de la Tierra y Medioambientales	Literatura Universal
	Electrotecnia	Matemáticas aplicadas a las Ciencias sociales

Es interesante resaltar que la asignatura de matemáticas es obligatoria en toda la ESO y en una gran parte del Bachiller. Por otro lado la educación plástica y visual junto con el Dibujo Técnico también están presentes en un porcentaje alto de los estudios de secundaria. Es por ello que interesa desarrollar habilidades que permitan a los alumnos superar esas materias.

El grupo DEHEAS ha llevado a cabo una investigación que ha cristalizado en el desarrollo de cuatro tesis doctorales en las que se ha abordado el estudio de competencias fundamentales en los estudios universitarios de ingeniería, como son las habilidades espaciales. Sin embargo, dado que en este trabajo de investigación se ha trabajado en otros contextos educativos (secundaria, grado de Bellas Artes), es interesante detectar la ubicación y relevancia de las habilidades espaciales para poder abordar acciones pedagógicas encaminadas a su mejora.

Como se ha indicado, las competencias básicas en educación secundaria son las siguientes:

1. Competencia en cultura científica, tecnológica y de salud
2. Competencia para aprender a aprender
3. Competencia Matemática
4. Competencia en comunicación Lingüística
5. Competencia en el tratamiento de la información y competencia Digital
6. Competencia social y ciudadana
7. Competencia en cultura humanística y artística
8. Competencia para la autonomía e iniciativa personal

La competencia matemática, está muy ligada a la habilidad espacial. Dicha competencia tiene una dimensión de espacio y forma, donde se utilizan nociones geométricas y sistemas de representación para interpretar, comprender y elaborar informaciones relativas al

espacio físico. Como indicadores de esta competencia se pueden utilizar por ejemplo, el grado de precisión a la hora de describir tamaños, posiciones y orientaciones de figuras o bien la capacidad de interpretar croquis, planos y maquetas de diversos objetos.

Todos estos indicadores, están muy relacionados con la habilidad espacial que puede ser descrita como la capacidad de girar mentalmente figuras en el espacio tridimensional. Por lo tanto, la habilidad espacial puede servir como indicador de la competencia matemática y por ello muy útil para todas aquellas asignaturas donde dicha competencia sea importante.

Una de las propuestas es que se destaque y desarrolle adecuadamente habilidades esenciales como la habilidad espacial en lugar de enseñar solo matemáticas (Bishop, 1980). La Habilidad Espacial está considerada como una de las habilidades primarias que parecen especialmente importante para aprender y hacer matemáticas (Battista, Wheatley, & Talsma, 1989). Muchos estudios encontraron que las habilidades espaciales se correlacionaron positivamente con las medidas de rendimiento en matemáticas (Battista, 1990; Hodgson, 1996; Tartre, 1990) y se demandan como una ponderosa herramienta para comprender y resolver problemas de matemáticas.

Numerosos estudios demuestran que las habilidades espaciales se pueden desarrollar a través de la formación si se proporcionan los materiales apropiados (Cohen, Hegarty, Keehner, & Montello, 2003), (Kinsey, 2003), (Newcomer, Raudebaugh, McKell, & Kelley, 1999), (Potter & Van der Merwe, 2003), y existe unanimidad acerca de que la capacidad espacial se puede mejorar mediante el entrenamiento (Sorby, Wysocki, & Baartmans, 2003).

Por otro lado existen múltiples referencias que avalan la relación entre habilidades espaciales y estudios de ciencia y tecnología. Por ejemplo para química (Coleman & Gotch, 1998), para física (Pallrand & Seeber, 1984), para ciencias (Lord, 1990) y para ingeniería (Poole & Stanley, 1972), (Sorby & Baartmans, 2000), (Devon, Engle, & Sathianathan, 1994), (Miller, 1992). Todos estos estudios concluyen que las habilidades espaciales son una variable crítica para cursar con éxito este tipo de disciplinas.

Además existen estudios de ámbito mucho más amplio que avalan estas conclusiones. Por ejemplo, en un estudio longitudinal de 400.000 participantes realizado por Wai, Lubinski, & Benbo (2009) se encontró que el 45% de los doctorados en Ciencias y Tecnología en Estados Unidos estaban dentro del 4% de los alumnos de instituto que tenían los mejores resultados en habilidades espaciales. Más aun, el 90 % de estos doctorados en ciencias durante su adolescencia estaban en el primer cuartil de habilidades espaciales.

El entrenamiento de las habilidades espaciales debe realizarse al igual que otras habilidades (psicomotricidad, capacidad verbal y numérica, etc.) desde los primeros niveles educativos. No se debe esperar a la adolescencia o a la universidad para ser conscientes de la existencia de esa habilidad y la posibilidad de su desarrollo. Otros países como EEUU tienen planes nacionales que incluyen el desarrollo de las habilidades como uno de los elementos claves en la educación de las próximas generaciones de estudiantes (National Science Board, 2010).

Por otro lado, Geddes & Fortunato (1993) mencionan que el modelado geométrico es una poderosa habilidad de resolución de problemas y debe ser utilizado con frecuencia por los profesores y los estudiantes.

Si bien en el dibujo tipo croquis hay debate sobre si las herramientas digitales deben sustituir a los métodos tradicionales de dibujo (Ruiz Lamas, 2003), cuando se habla de sistemas de representación, el uso de herramientas de diseño asistido por ordenador

permite al alumno no sólo visualizar sino también hacer diferentes pruebas con sistemas o vistas, hasta encontrar aquella que mejor se ajusta a su dibujo.

2.2.6.8 Las Habilidades Espaciales y su medición.

La capacidad espacial es aceptada por distintos autores a través de la historia como una componente de la inteligencia. En este trabajo empleamos el término de habilidad espacial para referirnos a la parte de la capacidad espacial que podemos adiestrar mediante entrenamiento.

A la hora de estudiar los componentes de la habilidad espacial encontramos distintos enfoques para establecer su clasificación y, a su vez, varias herramientas para obtener resultados cuantitativos a través de test (Linn & Petersen, 1985).

Existe una gran cantidad de test al objeto de medir las habilidades espaciales. En nuestra investigación utilizaremos dos de ellos, que ha sido validados por trabajos de campo y utilizados en estudios similares al realizado en este trabajo de investigación (Devon, Engle, Sathianathan, & Turner, 1994), (Sorby & Baartmans, 2000), (Gerson, Sorby, Wysocki, & Baartmans, 2001), (Martín-Dorta, Saorín, & Contero, 2008):

- Mental Rotation Test (MRT) para medir la componente de Relaciones espaciales (Albaret & Aubert, 1996; Vandenberg & Kuse, 1978). La máxima puntuación a obtener en este test es de 40 puntos. Se puede ver un ejemplo de lo ejercicios de este test en la **Imagen 18**.

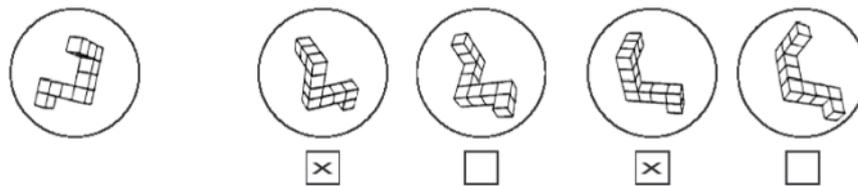


IMAGEN 18: EJEMPLO DE EJERCICIO DEL MENTAL ROTATION TEST (MRT)

- Differential Aptitude Test 5- Spatial Relations Subset (DAT 5-SR), para medir la componente de visión espacial (Bennett, Seashore, & Wesman, 2002). La máxima puntuación a obtener en este test es de 50 puntos. En la **Imagen 19** se muestra un ejemplo de ejercicio de este test.

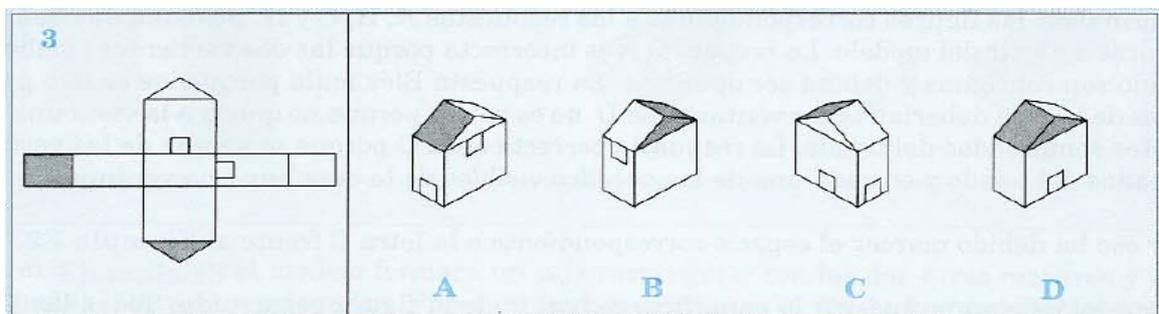


IMAGEN 19: EJEMPLO DE EJERCICIO DEL DIFFERENTIAL APTITUDE TEST 5 SPATIAL REALTIONS SUBSET (DAT-5-SR)

2.2.6.9 Estrategias de Mejora de las Habilidades Espaciales.

Para la mejora de las Habilidades Espaciales se han seguido diferentes estrategias. Una se centra en el desarrollo de herramientas utilizando tecnologías gráficas específicas para su mejora y otra en desarrollar metodologías mediante cursos con herramientas existentes, para lograr los mismos objetivos.

A nivel internacional, se han desarrollado múltiples experiencias utilizando estas dos estrategias (Saorín, 2006). Dentro del grupo DEHAES desde el año 2004, se ha abordado el estudio y mejora de las Habilidades Espaciales mediante la realización de cuatro tesis doctorales. Para ello, se han realizado múltiples experiencias que combinan el desarrollo de herramientas y el diseño de metodologías de mejora utilizando herramientas existentes (Carbonell Carrera, 2011). En la **Tabla 44** y la **Tabla 45** se puede ver un resumen de las experiencias más destacables.

TABLA 44: CURSOS CON HERRAMIENTAS DESARROLLADAS POR DEHAES PARA LA MEJORA DE LAS HABILIDADES ESPACIALES

Herramienta	Curso académico	Nº participantes	Descripción
Aplicación e-Cigro	2004-2005	20	Aplicación de boceado por ordenador desarrollado en colaboración con el grupo de investigación REGEO.
Visualization	2008-2009	68	Aplicaciones: modelos de cubos, identificación de caras y vistas, discriminación de volúmenes, rotaciones y ejercicios de cortes y secciones.
Construyendo con bloques	2009-2010	26	Aplicación sobre dispositivos móviles de pantalla táctil (iPod Touch).
Diedro-3D	2009-2010	445	Aplicación para la enseñanza del Sistema Diédrico mediante visualización tridimensional de elementos geométricos.
AR-Dehaes	2009-2011	224	Aplicación para el desarrollo de las habilidades espaciales mediante tecnologías de realidad aumentada.

TABLA 45: CURSOS REALIZADOS CON HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA MEJORA DE LAS HABILIDADES ESPACIALES (GRUPO DEHAES)

Curso	Año académico	Nº participantes	Descripción
Aplicaciones Web	2004-2005	20	Aplicaciones pseudolúdicas on-line (juegos, y aplicaciones tridimensionales con vistas y secciones).
Google SketchUp	2006-2007	40	Construcción de modelos 3D a partir de piezas reales de aluminio, de vistas isométricas y vistas ortogonales normalizadas. Modelado de objetos cotidianos.
Videojuegos	2007-2008	35	Cursos utilizando videojuegos en PC y para Nintendo DS: Videojuegos comerciales Tetris Arena, Tetris Revolution, Tetris Block 3D y Tetris Nintendo Ds.
Tablet-TIG	2009-2011	69	Se utilizan dispositivos de pantalla táctil de gran formato (iPad) y Tecnologías de Información Geográfica como Virtual Globes (Google Earth, Google Maps y Aplicación Mapas) e Infraestructuras de Datos Espaciales.
Taller IDE	2009-2012	90	Se emplea el Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España.

2.2.6.10 Aproximación a las competencias del trabajo en grupo y dominio de las TICE abordadas en esta tesis.

En los procesos de convergencia educativa han adquirido especial importancia la adquisición de competencias como resultado del proceso de aprendizaje del alumno que le permita dar respuestas a las exigencias que plantea la sociedad. En este sentido, el proyecto Tuning propone un listado de las competencias que debe adquirir un estudiante a lo largo de una titulación universitaria, divididas en dos grandes bloques: genéricas, comunes a todas las titulaciones, y específicas, en función de la titulación. Algunas de las competencias genéricas están vinculadas al uso de las TIC. Entre éstas, el trabajo en equipo es una competencia genérica a la que se le da gran importancia.

Entre las competencias a desarrollar para llevar a cabo ese cometido están la capacidad de trabajo en grupo y el dominio de las TICE (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2006).

“Dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se está dando relevancia al trabajo en equipo desde una doble vertiente: por un lado, como metodología que fomenta que el estudiante lleve a cabo procesos de trabajo activo y participativo y, por otro, porque el trabajo en equipo es actualmente una de las competencias más valoradas en los entornos profesionales” (Guitert, Romeu, & Pérez-Mateo, 2007). El desarrollo de esta competencia de trabajo grupal y aspectos como la evaluación continua, la enseñanza práctica, la atención individualizada o la utilización de tecnologías aplicadas a la educación se están demandando en el modelo educativo propuesto en el Espacio Europeo de Educación, frente a propuestas metodológicas basadas en una enseñanza teórica con clases magistrales, examen único y predominio del trabajo individual.

Por este motivo, desde la aparición de los nuevos grados de Ingeniería de la Universidad de La Laguna, en la asignatura de Expresión Gráfica de primer curso se incluye en su metodología docente un trabajo de simulación gráfica de un proyecto de ingeniería. Dicho trabajo debe realizarse en grupos de entre tres a cinco miembros. Durante el curso 2011-2012, en los grados de Ingeniería Informática e Ingeniería Agrícola dicho trabajo ha tenido una duración de siete semanas. Cada grupo debía generar un mínimo de diez planos en pdf, así como un ensamblaje en Autodesk Inventor y un video resumen de todo su proyecto.

Frente a una metodología con una secuencia de prácticas individuales inconexas, la inclusión de un trabajo específico de Expresión Gráfica realizado en grupo y simulando el desarrollo de un proyecto de ingeniería, contextualiza la docencia incluyendo las complejidades que se producen al compartir información gráfica digital en espacios comunes de trabajo. En esta metodología de trabajo concurrente, el profesor se convierte en el supervisor y coordinador del proyecto.

En el apartado 4.05 de este trabajo de investigación se describe la experiencia realizada durante el curso 2011-2012 con alumnos de Ingeniería Informática e Ingeniería Agrícola. En el curso 2012-2013 se incluye esta metodología como práctica docente de las asignaturas de Expresión Gráfica de primer curso en los grados de ingeniería electrónica, agrícola e informática.

3 TALLER 3D PARA EL ANÁLISIS DE LAS FORMAS Y SU REPRESENTACIÓN

3.1 Introducción al Taller 3D.

Dentro de los objetivos de esta tesis está la Evaluación y Análisis práctico de nuevos soportes de tecnologías avanzadas para la enseñanza de dibujo, diseño y artes plásticas. Se incluye entre dichas tecnologías, las siguientes:

1. Modelado 3D de interfaz amigable y gratuito.
2. Realidad Aumentada en PC.
3. Realidad Aumentada en Dispositivos Móviles.
4. Modelos 3D en dispositivos Móviles.
5. Aulas Virtuales.
6. Entorno Web con accesibilidad para dispositivos móviles.
7. Webs específicas para visualización en smartphones.

Otro de los objetivos de esta tesis es el diseño de cursos y materiales específicos para la enseñanza del dibujo, diseño y artes plásticas en distintos niveles educativos y la medición del impacto en el aprendizaje. Entre los aspectos ha evaluar para medir dicho impacto, están:

1. Mejora de Habilidades Espaciales.
2. Eficiencia.
3. Eficacia.
4. Satisfacción.
5. Usabilidad.
6. Mejora del aprendizaje.

Para el cumplimiento de estos dos objetivos se ha diseñado un Taller 3D para el Análisis de las Formas y su Representación. Los contenidos se han realizado mediante un proceso de diseño incremental, partiendo de un diseño de material, una validación mediante experiencias en centros educativos y un proceso de análisis para detectar errores y posibles mejoras. En paralelo se han ido realizado labores de difusión de los resultados obtenidos. Esta metodología se ha repetido en varios ciclos hasta lograr el resultado final plasmado en el entorno web: www.anfore3d.com.



IMAGEN 20: ESQUEMA METODOLÓGÍA DE GENERACIÓN DE CONTENIDOS (DESCRITO EN EL APARTADO 1.6)

Es importante señalar que el diseño de materiales que se pretende realizar en esta tesis, es complejo y en múltiples formatos. Lo que se indica como actividad de diseño tiene varias componentes dependiendo del trabajo que se esté realizando (diseño gráfico de los materiales, digitalización, empaquetado en distintos formatos para componer un recurso educativo, ...). En el apartado 1.5, se han detallado los materiales educativos que se han creado en esta tesis. En este apartado, se explicará el proceso de creación de los materiales creados para el Taller 3D.

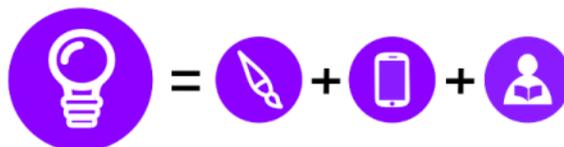


IMAGEN 21: ICONOS ACTIVIDADES DE DISEÑO

Para facilitar la descripción de actividades, las experiencias prácticas se van a detallar, incluyendo la preparación, la experiencia y el análisis de los datos de cada experiencia.



IMAGEN 22: ICONOS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

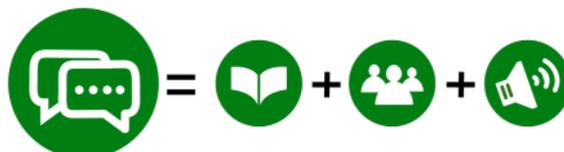
Cuando se describa una experiencia de análisis, se estará refiriendo a una experiencia de análisis que agrupa los resultados de varias experiencias prácticas similares.



IMAGEN 23: ICONOS EXPERIENCIAS DE ANÁLISIS

Entendemos por difusión aquellas acciones realizadas a lo largo del desarrollo de la tesis cuya misión principal ha sido la divulgación de los materiales o los resultados obtenidos. Se han realizado varios tipos de acciones de difusión:

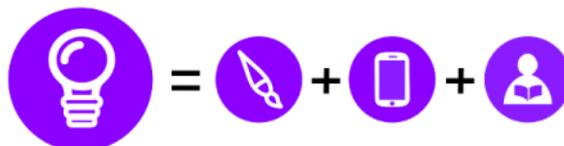
- Envío de artículos a revistas y congresos.
- Creación de libro y entorno web de contenidos.
- Acciones puntuales de difusión en entornos educativos.



3.1.1. Categorización de actuaciones del Taller 3D.

Como ya se ha comentado, para la creación del Taller 3D se han realizado distintos tipos de acciones. Para facilitar la lectura de este capítulo, se han utilizado colores para diferenciar cada una de ellas. De esta forma, el violeta indica diseño de material, el naranja la preparación y realización de las experiencias prácticas, el azul actividades de análisis de resultados de grupos de experiencias similares y el verde las diferentes acciones de difusión.

TABLA 46: ACTIVIDADES DE DISEÑO



1	Rediseño del Taller 3D original	
2	Diseño de Entorno Virtual de Aprendizaje para el Taller 3D	
3	Diseño de un módulo creativo del Taller 3D	
4	Rediseño de los materiales en función de las experiencias realizadas	<p>Todas estas actuaciones se estructuran en:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción y objetivos 2. Criterios de diseño.
5	Diseño de alternativas digitales a los modelos corpóreos	
6	Diseño y publicación del Libro del Taller 3D	
7	Diseño del Taller 3D en el entorno virtual del Gobierno de Canarias.	
8	Diseño del Taller 3D para Realidad Aumentada en dispositivos móviles.	
9	Diseño del entorno web para la realización del Taller 3D (www.anfore3d.com).	
10	Adaptación del Taller 3D para su realización en Tablet Digital.	
11	Diseño de libro del Taller 3D en versión eBook multimedia	

TABLA 47: ACTIVIDADES DE EXPERIENCIAS EN CENTROS EDUCATIVOS



1	Taller 3D: Bellas Artes (octubre-noviembre 2010)	<p>Todas estas actuaciones se estructuran en:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción y objetivos. 2. Contexto educativo. 3. Diseño Instruccional. 4. Análisis de Datos y Conclusiones.
2	Taller 3D: Ingeniería Electrónica y Automática (noviembre 2010).	
3	Taller 3D: Colegio Luther King (octubre 2010-enero 2011).	
4	Taller: "De la bidimensión a la tridimensión". Bellas Artes (noviembre 2010).	
5	Taller 3D: IES Geneto (noviembre 2010).	
6	Taller 3D: Náutica (marzo de 2011).	
7	Taller: "De la bidimensión a la tridimensión". Máster de Granada (abril 2011).	

8	Taller 3D: Colegio Nuryana (abril 2011).
9	Uso de distintas tecnologías para el Taller 3D. Bellas Artes (septiembre 2011).
10	Taller 3D: Curso en CEP La Laguna (octubre 2011).
11	Uso de tecnologías para el Taller 3D. IES La Laboral (diciembre 2011).
12	Taller 3D: mejora del aprendizaje. Ingeniería 2011-2012.
13	Comparativa interfaces tangibles: Luther King (mayo 2012).

TABLA 48: ACTIVIDADES DE ANÁLISIS DE GRUPOS DE EXPERIENCIAS



1	Estudio de Usabilidad del Taller 3D	Estas actuaciones se estructuran en:
2	Análisis y valoración de distintas interfaces tangibles	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción 2. Análisis de datos y conclusiones.

TABLA 49: ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN



1	Ponencia: VIII Multidisciplinary Symposium on Design and Evaluation of Digital Content for Education (SPEDECE 2011).
2	Artículo Revista: Arte, Individuo y sociedad (aceptado y publicado).
3	Ponencia: XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2011).
4	Artículo Revista: Journal Maritime Research (Aceptado y publicado).
5	Ponencia: International Conference on Engineering Education (ICEE 2012).
6	Libro: Tecnologías Gráficas Avanzadas aplicadas al Análisis de las Formas y su Representación.
7	Artículo Revista: Educación a Distancia (RED) (Aceptado, pendiente de publicación).
8	<i>Ponencia en el Consejo Escolar de Canarias.</i>
9	First SketchUp Plugin Conference (Ponencia Invitada).
10	Presentación del entorno web: www.anfore3d.com en el CEP de La Laguna.
11	Congreso APEGA 2012.
12	EDU Aumenta.me 2013: Realidad Aumentada y Educación.
13	Frontiers in Education Conference (FIE 2013).

3.1.2 Evolución Temporal del Taller 3D

Se considera importante detallar las acciones en su orden temporal ya que el resultado final (www.anfore3d.com) no se puede entender ni valorar sin conocer las acciones que han dado lugar al recurso educativo final. Dado que son muy numerosas las acciones (26), cada uno de los apartados se ha escrito siguiendo una misma estructura según tipo de acción y se pueden leer por separado. Cada apartado tiene no sólo la descripción de la actividad, sino también las conclusiones parciales asociadas a la experiencia descrita. Estas conclusiones parciales permitirán entender la secuencia de acciones realizadas a lo largo del proceso de creación. En la **Imagen 24** y la **Tabla 50** se puede ver la evolución temporal de este proceso.

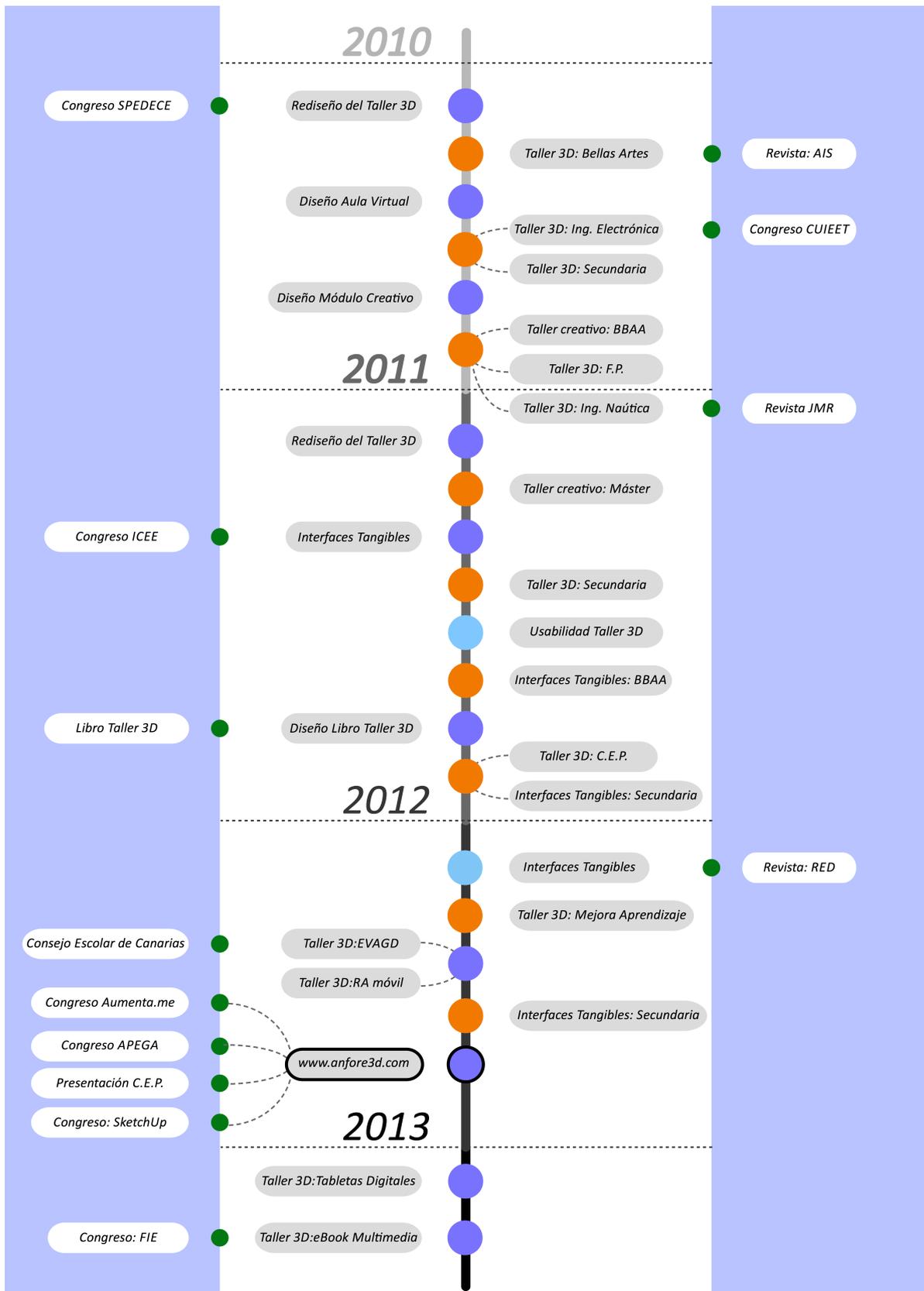


IMAGEN 24: INFOGRAFÍA DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL TALLER 3D

Las experiencias prácticas (color naranja) incluyen análisis de datos y conclusiones. Cuando se han llevado a cabo varias experiencias similares, se realizan análisis agrupados de las mismas (color azul). Las experiencias de difusión (color verde) no se detallan en este capítulo, puesto que esta información está disponible en el capítulo 1.8.

En la **Tabla 50** se puede ver el uso de estos colores y la numeración de cada una de las acciones que corresponden con los apartados que se describen en este capítulo. Para facilitar la navegación en lectura, los títulos de los apartados, tendrán un marcador de color para indicar el tipo de acción que se está describiendo.

TABLA 50: DATOS PRINCIPALES DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL TALLER 3D

3.2 Rediseño de los contenidos del taller de modelado 3D realizado en 2006-07.			
Ponencia: VIII Multidisciplinary Symposium on Design and Evaluation of Digital Content for Education (SPEDECE 2011)			D.01
ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.3	<i>“Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas”</i>	40	Octubre- Noviembre 2010
	Análisis	Mejora de competencias en estudiantes de nuevos grados de Bellas Artes. Mejora de las HHEE y encuestas de Satisfacción.	
Artículo Revista: Arte, Individuo y sociedad (aceptado y publicado)			D.02
3.4 Diseño de Entorno Virtual de Aprendizaje para su implantación y desarrollo en centros educativos.			
ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.5	<i>“Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas”</i>	77	Noviembre de 2010
	Análisis	Medición de tiempos Validación de niveles de dificultad	
Ponencia: XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2011)			D.03
ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.6	<i>“Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas”</i>	150	Octubre 2010 a Enero 2011
	Análisis	Mejora de las HHEE y encuestas de Satisfacción y de Usabilidad Influencia del Taller 3D en la elección de estudios de ciencia y tecnología (3º ESO)	
Artículo Revista: Technics Technologies Education Management (TTEM) (Enviado)			D.04

3.7

Diseño de un módulo creativo del Taller 3D, adaptado a los estudios artísticos: "De la bidimensión a la tridimensión"

ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.8 Taller: "De la bidimensión a la tridimensión"	Realizado en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna con alumnos de la asignatura Técnicas de Representación	40	Noviembre 2010
Análisis	Opinión y Satisfacción del Taller		

3.9

"Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas"

ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.9 "Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas"	Realizado en el IES Geneto de La Laguna con alumnos del Ciclo Superior de Edificación	20	Noviembre de 2010
Análisis	Mejora de las HHEE y encuestas de Satisfacción y de Usabilidad		

3.10

"Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas"

ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.10 "Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas"	Realizado con alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna	40	Marzo 2011
Análisis	Mejora de competencias asociadas a la realización del Taller 3D en los estudios náuticos		

Artículo Revista: Journal Maritime Research
(Aceptado y publicado)

D.04

3.11

Rediseño de los materiales del Taller 3D en función de los errores detectados en las experiencias realizadas

ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.12 Taller: "De la bidimensión a la tridimensión"	Máster Creación, Producción y Difusión. Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada.	10	Abril 2011
Análisis	Encuesta de Satisfacción sobre el taller creativo: "De la bidimensión a la tridimensión"		

3.13

Diseño de alternativas digitales (RA en PC y Tabletas Digitales) a los modelos corpóreos de aluminio.

Ponencia: International Conference on Engineering Education
(ICEE 2012)

D.05

3.14

"Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas"

ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.14 "Taller de modelado 3d para el análisis y representación de las formas"	Realizado en la asignatura Plástica y Visual con alumnos de 4º de ESO del centro educativo, colegio Nuryana	30	Abril 2011
Análisis	Opinión y Satisfacción del Taller		

3.15

Estudio de Usabilidad del Taller 3D de las experiencias realizadas hasta la fecha.

ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.16 <i>“Experiencia de Uso de distintas Tecnologías (Modelos Corpóreos, Realidad Aumentada y Tabletas Digitales) para el estudio del Análisis de las Formas y su Representación”</i>	Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna con alumnos de la asignatura Técnicas de Representación	35	Septiembre 2011
Análisis	Encuesta de Opinión		

3.17

Diseño del libro Tecnologías Gráficas Avanzadas aplicadas al Análisis de las Formas y su Representación.

Libro: Tecnologías Gráficas Avanzadas aplicadas al Análisis de las Formas y su Representación

D.06

ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.18 <i>Curso: “Un caso práctico de utilización de Tecnologías Avanzadas en la docencia del dibujo, diseño y artes plásticas”</i>	Centro de Especialización del Profesorado de La Laguna (CEP La Laguna) con profesores de secundaria	20	Octubre 2011
Análisis	Encuestas de Opinión		

3.19

“Experiencia de Uso de distintas Tecnologías (Modelos Corpóreos, Realidad Aumentada y Tabletas Digitales) para el estudio del Análisis de las Formas y su Representación”

IES La Laboral de La Laguna con alumnos de 4º de ESO en la asignatura de Tecnología.

15

Diciembre 2011

Análisis Encuesta de Opinión

3.20

Análisis y valoración de distintas interfaces tangibles para sustitución modelos corpóreos en entornos virtuales valorando las tres experiencias anteriores.

Artículo Revista: Educación a Distancia (RED)
(Aceptado y publicado)

D.07

ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.21 <i>“Mejora del aprendizaje de vistas normalizadas mediante el Taller en formato papel y en formato 3D”</i>	Alumnos de 1º de grado de Ingeniería Agrícola e Ingeniería Informática, en la asignatura de Expresión Gráfica.	150	Marzo-Abril 2012
Análisis	Resultados de la experiencia de mejora de aprendizaje mediante el Taller 3D		

3.22

Diseño del "Taller 3D" en el sistema EVAGD de la Consejería de Educación del Gobierno de Canarias

Ponencia en el Consejo Escolar de Canarias

D.08

3.23

Diseño de contenidos del Taller 3D para RA en dispositivos móviles

3.24

"Comparativa de interfaces tangibles: Realidad Aumentada en Tabletas Digitales y Visualizador 3D en Tabletas Digitales"

Realizado con alumnos de 1º de ESO del centro escolar colegio Luther King

60

Mayo 2012

Análisis

Resultados de la comparativa de interfaces tangibles (RA en TD y visualizador 3D en TD)

3.25

Diseño del entorno web: www.anfore3d.com.

First SketchUp Plugin Conference (Ponencia Invitada).

D.09

CEP de La Laguna, Presentación del entorno web: www.anfore3d.com y propuestas de colaboración.

D.10

Congreso APEGA 2012.

D.11

EDU Aumenta.me 2013: Realidad Aumentada y Educación.

D.12

3.26

Adaptación de las prácticas de modelado del taller 3D para su realización en tabletas digitales.

3.27

Libro del Taller 3D en versión eBook multimedia.

Frontiers in Education Conference (FIE 2013).

D.13



3.2 Rediseño del Taller 3D original.

Introducción y objetivos.

Con el objetivo de poder situar a los alumnos de primero de ingeniería en niveles de habilidades espaciales próximos a la media de la población universitaria, el grupo de investigación DEHAES de la Universidad de La Laguna está trabajando en su mejora desde el año 2004 (Contero, Naya, Company, Saorín, & Conesa, 2005; Contero, Company, Saorín, & Naya, 2006; Saorín, 2006; Martín Dorta, N. 2009; Martín Gutiérrez, J., 2010, Carbonell C., 2011) y para ello ha desarrollado diferentes cursos y herramientas de mejora de las habilidades espaciales. Estas habilidades son necesarias para entender la relación entre las vistas 2D y los modelos 3D, aspecto muy importante en el campo de la ingeniería.

La posibilidad de disponer de una herramienta de modelado 3D gratuita y de fácil aprendizaje condujo a los primeros diseños de un taller de Modelado 3D en el curso 2006-2007. Ese taller pretendía usar un entorno en 3D como metodología válida para mejorar las habilidades espaciales y ver qué aportaciones ofrecería respecto a experiencias anteriores del grupo de investigación DEHAES y a las detalladas en la literatura científica.

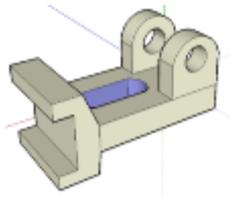
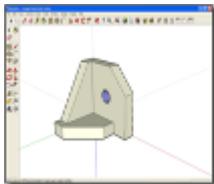
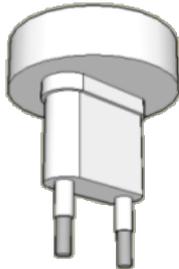
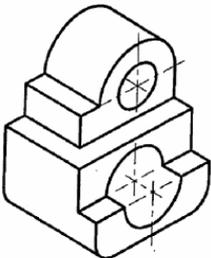
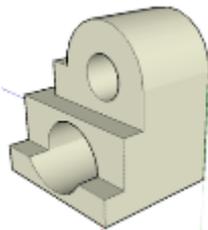
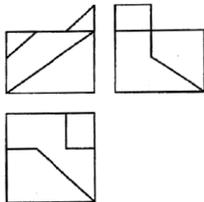
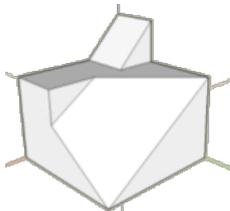
En ese curso académico 2006-2007 se lleva a cabo una experiencia con un curso-taller basado en la utilización del software SketchUp (Martín-Dorta, N., 2008). Esta experiencia se lleva a cabo con 40 alumnos voluntarios de primer curso de la Titulación de Ingeniería Técnica de Obras Públicas de la Universidad de La Laguna durante el Curso Académico 2006-2007.

En esta experiencia, se propone una nueva metodología de apoyo al desarrollo de las relaciones espaciales y de la visión espacial, mediante el uso del programa Google SketchUp 7. Se desarrolla durante tres semanas con un programa de actividades de 8 horas dentro de clase y 4 horas fuera de clase. Se combinan actividades de iniciación dedicadas al modelado de piezas reales y de piezas decididas libremente por los estudiantes, con niveles en los que se desarrollan los ejercicios tradicionales de expresión gráfica asistidos por un entorno 3D. La secuencia temporal de la realización de los ejercicios de este curso queda reflejada en la **Tabla 51**.

TABLA 51: ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DEL TALLER 3D EN EL CURSO 2006-07

NIVEL	DESCRIPCIÓN	TIEMPO	SEMANA
NIVEL 1: INICIACIÓN	1.1 Construir modelos 3D a partir de piezas reales	3 horas en aula	1
	1.2 Modelar objetos cotidianos	2 horas de trabajo fuera del aula	
NIVEL 2: PERFECCIONAMIENTO	2.1 Construir modelos 3D a partir de una vista isométrica dada en papel	3 horas en aula	1
NIVEL 3: DE LAS VISTAS ORTOGONALES AL MODELO 3D	3.1 Construir modelos 3D dadas las vistas ortogonales normalizadas	2 horas en aula	1
	3.2 Trabajo en grupo	2 horas de trabajo fuera del aula	
TOTAL		8 horas en aula + 4 horas fuera del aula	3 semanas

Los materiales utilizados para la realización del curso están sintetizados en la **Tabla 52**.

TABLA 52: MATERIALES DEL CURSO DE MODELADO 3D CON SKETCHUP CURSO 2006-2007			
ACTIVIDAD Y MATERIALES	FORMATO ENUNCIADO	ESPACIO DE TRABAJO	FORMATO RESULTADO
<p>1.1 Construir modelos 3D a partir de piezas reales</p> <p>Enunciado: Piezas de aluminio pintadas en verde. Soporte del ejercicio: fichero de SketchUp en plantilla estándar del programa</p>			
<p>1.2 Modelar objetos cotidianos</p> <p>Enunciado: Descripción verbal. Soporte del ejercicio: fichero de SketchUp en plantilla estándar del programa</p>			
<p>2.1 Construir modelos 3D a partir de una vista isométrica</p> <p>Enunciado: Papel Soporte del ejercicio: fichero de SketchUp en plantilla estándar del programa</p>		Plantilla estándar del programa SketchUp	
<p>3.1 Construir modelos 3D dadas las vistas ortogonales normalizadas.</p> <p>Enunciado: Papel Soporte del ejercicio: fichero de SketchUp en plantilla estándar del programa</p>			
Explicación del curso y del software a utilizar		Clases presenciales con el profesor Duración aproximada de 60 minutos en total	

Vistos los resultados de este curso, se observa que es muy eficaz para la mejora de las habilidades espaciales. Por ello, se decide hacer un rediseño para adaptarlo a distintos estudios y niveles educativos. El rediseño se realiza en: 1) los contenidos; 2) la estructura; 3) los materiales a utilizar para la realización de los ejercicios.

Criterios de diseño.

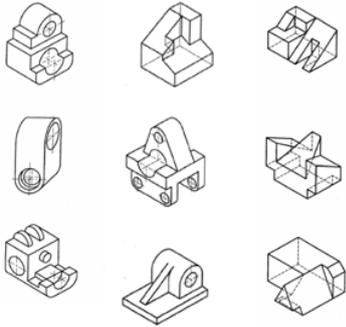
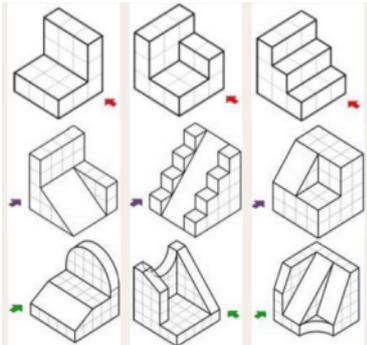
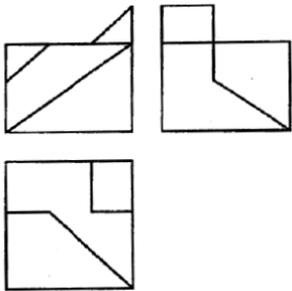
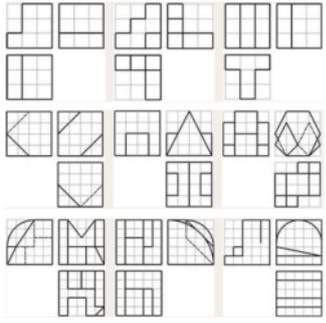
Para procurar conseguir el principal objetivo del rediseño, que es adaptar el taller a distintos niveles educativos, se decide:

1) Simplificar sus contenidos (Tabla 53):

- a) Diseñar modelos de ejercicios que puedan ser utilizados en diferentes niveles educativos.
- b) Diseñar ejercicios que permitan obtener resultados homologables entre alumnos de un mismo grupo de trabajo, descartando la práctica de modelado de objetos

cotidianos elegidos por los alumnos, dado que la complejidad puede ser muy diferente según la elección realizada.

TABLA 53: MODIFICACIÓN DE CONTENIDOS EN EL REDISEÑO

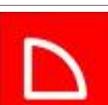
MODIFICACIÓN DE CONTENIDOS	FORMATO ORIGINAL	FORMATO REDISEÑO
<p>Construir modelos 3D a partir de piezas reales</p> <p>Se sustituye el maletín Maditeg M2 (Modelos de tres vistas y cortes) con 24 figuras de piezas industriales de aluminio pintadas en verde martelé por un conjunto de 6 figuras, también de aluminio, más sencillas y que permiten realizar esta práctica con niveles iniciales de secundaria.</p>		
<p>Modelar objetos cotidianos</p> <p>Para simplificar la estructura del taller, se decide eliminar este ejercicio.</p>		<p>Se descarta este contenido para evitar la realización de ejercicios no homologables entre alumnos de un mismo grupo de trabajo, con la elección de objetos de muy dispar complejidad.</p>
<p>Construir modelos 3D a partir de una vista isométrica</p> <p>Se realiza una categorización de las formas de las figuras a trabajar para poder hacer una clasificación por niveles de dificultad.</p>	 <p>Figuras sin categorizar</p>	 <p>Figuras categorizadas</p>
<p>Construir modelos 3D dadas las vistas ortogonales normalizadas.</p> <p>Se realiza una misma categorización de las formas de las figuras a trabajar para poder hacer una clasificación por niveles de dificultad.</p>	 <p>Figuras sin categorizar</p>	 <p>Figuras categorizadas</p>

2) Simplificar su estructura, buscando claridad y sencillez para que sea posible su utilización con alumnos de cualquier nivel de enseñanza secundaria, bachillerato, formación profesional, enseñanzas artísticas o grado universitario, con sólo dos fases (frente a las tres del curso original) y diseñarlo para que fuera escalable en dificultad, estableciendo tres niveles por cada fase, dependiendo de la complejidad geométrica de las figuras. Esas dos fases son:

- a) fase de iniciación, en la que se modelan figuras de la realidad o de perspectivas.
- b) fase de perfeccionamiento donde se modelan figuras a partir de las vistas ortogonales normalizadas.

Así, la estructura del taller queda según la **Tabla 54**.

TABLA 54: ESTRUCTURA DEL CURSO REDISEÑADO (MODELADO 3D CON SKETCHUP)

FASE	PRÁCTICAS/NIVEL	LOGO	DESCRIPCIÓN	
FASE DE INICIACIÓN	PRÁCTICA 1.1 Crear modelos 3D a partir de piezas reales de aluminio.		6 figuras de aluminio con sus caras pintadas	
	PRÁCTICA 1.2 Crear modelos 3D a partir de perspectivas isométricas de figuras	NIVEL A		24 figuras inscritas en una rejilla de 3x3x3 con sus caras paralelas a los planos coordenados
		NIVEL B		24 figuras inscritas en una rejilla de 4x4x4 que además incluyen caras inclinadas
		NIVEL C		24 figuras inscritas en una rejilla de 5x5x5 que además incluyen caras curvas
FASE DE PERFECCIONAMIENTO	PRÁCTICA 2.1 Crear modelos 3D a partir de las vistas normalizadas de figuras	NIVEL A		24 figuras inscritas en una rejilla de 3x3x3 con sus caras paralelas a los planos coordenados
		NIVEL B		24 figuras inscritas en una rejilla de 4x4x4 que además incluyen caras inclinadas
		NIVEL C		24 figuras inscritas en una rejilla de 5x5x5 que además incluyen caras curvas

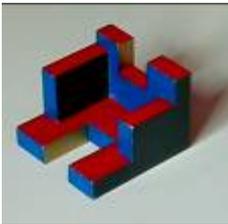
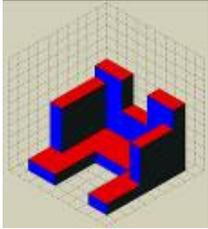
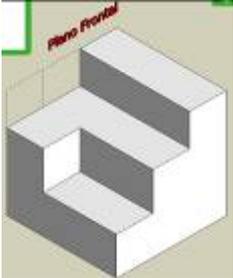
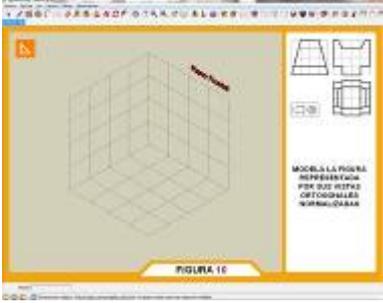
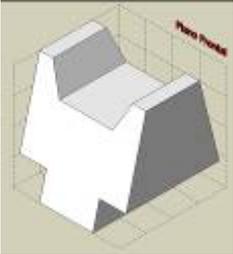
Gracias a la modularidad del taller se puede implementar en cualquier programa docente adaptando el número de ejercicios a desarrollar en función del nivel del alumnado y del número de horas de que disponga la asignatura.

3) Rediseñar unos materiales que ayudaran a la realización de los ejercicios con muy poca instrucción. Para ello, se persiguen los siguientes criterios:

- Conseguir que los enunciados se encuentren en el espacio de trabajo del alumno evitando el papel y/o ficheros ajenos (pdf)
- Eliminar espacios de trabajo de Google SketchUp no personalizados
- Crear una plantilla con una interface mejorada para cada uno de los niveles.
 - Rejilla 3D de ayuda al dibujo según niveles de dificultad
 - Código de colores por niveles
 - Iconos representativos de las fases y niveles de dificultad
- Añadir la posibilidad de regresar a la vista inicial en cualquier momento de la ejecución del ejercicio
- Añadir una rejilla de referencia (concordante con la plantilla de trabajo) a cada una de las figuras del enunciado
- Eliminar, en lo posible, instrucciones verbales
- Tener en cuenta los distintos formatos de pantalla (4:3 y 16:9) para la correcta visualización del material creado.

En la **Tabla 55** se reflejan los principales cambios en los contenidos.

TABLA 55: MATERIALES DEL CURSO REDISEÑADO DE MODELADO 3D CON SKETCHUP

ACTIVIDAD Y MATERIALES	FORMATO ENUNCIADO	ESPACIO DE TRABAJO	FORMATO RESULTADO
<p>1.1 Construir modelos 3D a partir de piezas reales</p> <p>Enunciado: Piezas de aluminio con sus caras pintadas.</p> <p>Soporte del ejercicio: fichero de SketchUp en plantilla personalizada</p>	 <p style="text-align: center;">Enunciado</p>	 <p style="text-align: center;">Plantilla personalizada</p>	
<p>1.2 Modelar objetos cotidianos Construir modelos 3D a partir de una vista isométrica (niveles A, B y C)</p> <p>Enunciado y Soporte del ejercicio: fichero de SketchUp en plantilla personalizada</p>	 <p style="text-align: center;">Enunciado y Espacio de Trabajo</p>		
<p>2.1 Construir modelos 3D dadas las vistas ortogonales normalizadas (niveles A, B y C)</p> <p>Enunciado y Soporte del ejercicio: fichero de SketchUp en plantilla personalizada</p>	 <p style="text-align: center;">Enunciado y Espacio de Trabajo</p>		



3.3 Taller 3D: Bellas Artes (octubre-noviembre 2010).

Introducción y objetivos

Uno de los objetivos iniciales de este trabajo de tesis es el de diseñar cursos y materiales específicos para la docencia del dibujo, diseño y artes plásticas en distintos niveles educativos y medición de su impacto en el aprendizaje.

A nivel universitario, el grupo de investigación DEHAES de la Universidad de La Laguna sólo había realizado cursos y diseñado materiales para los estudios de ingeniería. Sin embargo, existe interés de trabajar en el ámbito de las habilidades espaciales en otros estudios universitarios. Estas habilidades, son importantes para los estudios artísticos, con necesidad de trabajar en el dominio del espacio y el volumen.

La colaboración del grupo DEHAES, con la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna se remonta al año 2005. De esta colaboración surge el encargo de la profesora María Dolores del Castillo Cossío para utilizar el Taller 3D en la asignatura Técnicas de Representación, de 2º curso de la licenciatura de Bellas Artes. La idea, era valorar si el taller rediseñado podría ser un recurso válido para su utilización en la asignatura Sistemas de Representación, que la profesora tendría que impartir en el curso siguiente, 2011-2012, dentro del nuevo grado de Bellas Artes.

La realización de Taller, tiene como objetivo realizar las primeras mediciones de su influencia sobre la mejora de las capacidades espaciales de los alumnos y obtener datos a partir de encuestas de opinión y de satisfacción, sobre los materiales, los contenidos y la aplicación (SketchUp). Por tanto, el Taller rediseñado (De la Torre, Saorín, Martín-Dorta, Carbonell, & Contero, 2011) por primera vez, se lleva a la práctica fuera de los estudios de Ingeniería (Martín-Dorta, Saorín, & Contero, 2008)

Contexto educativo

El centro educativo donde se lleva a cabo esta experiencia es la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna. Actualmente esta Facultad dispone de una oferta formativa constituida por tres titulaciones oficiales de Grado (Grado en Bellas Artes, Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales y Grado en Diseño), dos títulos oficiales de Máster (Máster Oficial en Arte, Territorio y Paisaje y Máster Oficial Interuniversitario en Diseño para el sector turístico) y varios títulos propios. Es la tercera Facultad (junto con Madrid y Barcelona) en ofertar todas las titulaciones oficiales de Grado aprobadas en el Libro Blanco para el diseño de las titulaciones de Grado en las Facultades de Bellas Artes.

El Taller se realiza en el curso 2010-2011 en el contexto de la asignatura Técnicas de Representación, perteneciente los estudios (en extinción) de Licenciatura en Bellas Artes. Esta es una asignatura de segundo curso que se imparte en el primer cuatrimestre. Es en este curso cuando comienza la implantación del nuevo Grado de Bellas Artes, conviviendo con los estudios a extinguir de la Licenciatura en Bellas Artes. En el plan de estudios del nuevo Grado de Bellas Artes, existe la asignatura de segundo curso, denominada Sistemas de Representación y viene a ser la asignatura equivalente a la de Técnicas de Representación. Los contenidos son similares, pero adaptados al nuevo espacio europeo de educación superior.

Tanto en la asignatura a extinguir, Técnicas de Representación, como en la nueva asignatura Sistemas de Representación, la profesora es María Dolores del Castillo Cossío, que ha sido fundamental para planificar y realizar las sesiones en las que se han llevado a cabo el Taller.

El aula donde se impartían las clases no disponía de ordenadores ni de red wifi que permitiera conectar a un aula virtual, por lo que la implementación del taller requería el uso de los ordenadores de los alumnos y una planificación adecuada. Para la realización de la experiencia han participado estudiantes del segundo curso del Grado Bellas Artes de la Universidad de La Laguna en la asignatura de Técnicas de Representación durante el curso académico 2010-2011. Han participado un total de 40 estudiantes (14 hombres y 26 mujeres) con una media de edad de 25 años. Para el 65% de los participantes era la primera vez que recibían un curso de modelado tridimensional.

Diseño Instruccional

Como se ha comentado, el aula donde se realizó el taller no disponía de ordenadores ni de red wifi, por lo que se solicitó a los alumnos que trajeran su propio ordenador portátil. Los archivos con el software y los ejercicios se distribuyeron en un pendrive para su instalación individual. Como se ha descrito en el apartado 3.2, el software elegido para nuestro estudio es SketchUp versión 8, en su versión gratuita (PC y Mac), que nos ofrece la posibilidad de introducirnos en el Modelado 3D con pocos conocimientos y en muy poco tiempo. Al disponer de una interface amigable, con un reducido número de órdenes muy intuitivas, unido a una sencillez de manejo, permite un rápido aprendizaje. Su gratuidad facilita la implantación en cualquier centro, eliminando el problema del coste de adquisición de licencias de software.

El principal objetivo de este taller es medir su impacto en varias de las competencias que afectan a los estudiantes de Bellas Artes. En concreto se pretende obtener datos sobre las habilidades de visión espacial, la capacidad de seleccionar el sistema de representación y uso de tecnologías de la información. Para medir las habilidades espaciales: cada participante realiza el test MRT antes y después de llevar a cabo el experimento, al objeto de poder evaluar los resultados.

El resto de medidas no se van a tomar de manera directa sino que obtendremos datos de la encuesta de satisfacción que cada participante rellena al finalizar el taller. La encuesta consta de 50 preguntas organizadas de acuerdo a cinco variables: la primera referida a los materiales del taller, la segunda respecto a los contenidos, la tercera acerca de la aplicación Google SketchUp (Tabla 56, Tabla 57, Tabla 58) y la cuarta y la quinta sobre la opinión del taller y de los materiales educativos digitales (Tabla 59, Tabla 60).

TABLA 56: PREGUNTAS DE VALORACIÓN DEL MATERIAL DEL TALLER DE MODELADO 3D

Nº	Pregunta (Utilización de una escala Likert del 1 al 5, de peor a mejor valoración)
1	El material del taller tiene buena y cuidada presentación (figuras de aluminio, ficheros pdf de explicación vistas y guía de referencia,..)
2	La estructura del taller en dos fases (Iniciación y Perfeccionamiento) y cada fase en tres niveles, es adecuada.
3	Es sencillo ubicarte en el taller debido al diseño modular por fases de aprendizaje y niveles de complejidad.
4	La utilización de modelos físicos de aluminio para introducirnos en el Modelado 3D es adecuada.
5	El uso de modelos físicos con las caras coloreadas ha servido para facilitar la realización de los modelos 3D con Google SketchUp.
6	El grado de dificultad de los modelos físicos de aluminio ha sido adecuado.

7	La elección de la Aplicación Google SketchUp para los objetivos del taller ha sido acertada.
8	La presentación del enunciado en el fichero de trabajo ha permitido trabajar de forma más cómoda en el ejercicio planteado.
9	Los materiales del taller son suficientes para asimilar los contenidos.
10	Me parece adecuado que el material del taller sirva para PC y Mac así como para formato de pantalla panorámica y 4:3

TABLA 57: PREGUNTAS DE VALORACIÓN DE LOS CONTENIDOS DEL TALLER DE MODELADO 3D

Nº	Pregunta (Utilización de una escala Likert del 1 al 5, de peor a mejor valoración)
1	El número de ejercicios propuestos es suficiente para las horas de trabajo propuestas.
2	Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados.
3	Me ha dado tiempo de realizar los ejercicios planteados.
4	El contenido del taller me ha resultado claro.
5	He entendido bien los ejercicios de este taller.
6	La diferenciación de los distintos niveles haciendo uso del color me ha resultado adecuada.
7	El grado de dificultad de los ejercicios lo considero adecuado en cada nivel.
8	Realizando los ejercicios, los he resuelto mejor de lo que esperaba.
9	Los contenidos de este taller me han permitido entender mejor las vistas normalizadas.
10	Los contenidos de este taller me han servido para aprender a modelar objetos tridimensionales diferentes a las figuras propuestas.

TABLA 58: PREGUNTAS DE VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN GOOGLE SKETCHUP

Nº	Pregunta (Utilización de una escala Likert del 1 al 5, de peor a mejor valoración)
1	La aplicación Google SketchUp ha mejorado mi visión espacial.
2	Google SketchUp me ha resultado fácil de aprender a utilizar.
3	La presentación de los ejercicios en el formato de Google SketchUp ha sido amigable.
4	He aprendido rápido a utilizar la aplicación Google SketchUp
5	Las herramientas disponibles en Google SketchUp han sido suficientes para la realización de ejercicios propuestos.
6	La barra de herramientas vistas (isométrica, planta, frontal, derecha, posterior, izquierda) ha sido importante para la mejor comprensión espacial de los ejercicios.
7	Podría aprender a utilizar Google SketchUp sin necesidad de explicaciones por parte de la profesora/profesor
8	Es una gran ventaja que exista versión gratuita de Google SketchUp para PC y para Mac
9	¿Consideras que Google SketchUp te puede servir en el desempeño de tu carrera?
10	¿Recomendarías Google SketchUp a tus compañeros?

TABLA 59: PREGUNTAS DE OPINIÓN DEL TALLER DE MODELADO

Nº	Pregunta (Utilización de respuestas afirmativo/negativo)
1	¿Crees que el taller realizado cumple con la finalidad para la que ha sido planteado (Análisis y representación de las formas a través de modelado 3D)?

2	El taller realizado ¿te parece útil para mejorar el nivel de visión espacial?
3	¿Crees que es necesario material didáctico adicional para realizar el taller?
4	Para realizar este taller, ¿podrías haber trabajado de forma autónoma? Es decir sin necesidad de asistencia del profesor.
5	¿Crees que este tipo de talleres puede mejorar tu atención y motivación para el estudio de los contenidos de asignaturas relacionadas con el análisis y representación de las formas?
6	La diferenciación de los distintos niveles haciendo uso del color me ha resultado adecuada.
7	¿Crees que el taller se puede desarrollar en cualquier momento y fuera del aula de clase (en casa, en el autobús, en el tranvía, etc.)?
8	Creo que el uso de ejercicios desarrollados con SketchUp es una buena herramienta para el desarrollo de la capacidad espacial y el aprendizaje de las vistas normalizadas.
9	¿Crees que es necesario material teórico adicional para realizar los ejercicios de este taller?
10	¿Crees que el uso de herramientas 3D puede mejorar tu atención y motivación para el estudio de los contenidos de las asignaturas de Expresión Gráfica?

TABLA 60: PREGUNTAS DE OPINIÓN SOBRE MATERIALES EDUCATIVOS DIGITALES

Nº	Pregunta (Utilización de respuestas afirmativo/negativo)
1	¿Crees que el uso de herramientas 3D puede mejorar tu atención y motivación para el estudio de los contenidos de las asignaturas de Expresión Gráfica?
2	¿Crees adecuado impartir cursos intensivos a los estudiantes para mejorar los conocimientos sobre los nuevos medios infográficos aplicados al Dibujo Técnico?
3	¿Habrías preferido realizar los ejercicios de este curso en formato papel?
4	¿Realizarías otro curso similar, desarrollado con otras tecnologías como la Realidad Aumentada?
5	¿Crees que la realización de cursos como este, puede influenciar en tu percepción del Dibujo Técnico?
6	¿Crees que la realización de cursos como este, podría influenciar en la elección de asignaturas optativas?
7	¿Crees que la realización de cursos como este, podría influenciar en la elección de tus estudios?
8	¿Crees que el tiempo invertido en la realización de este curso ha estado bien aprovechado en relación a lo aprendido y el tiempo empleado?
9	Escribe problemas que has encontrado en la realización del curso de Modelado 3D con Google SketchUp para el Análisis y Representación de las Formas.
10	Sugerencias, cambios a realizar, posibles mejoras en el curso de Modelado 3D con Google SketchUp para el Análisis y Representación de las Formas.

Este taller propone una estrategia que combina la manipulación de piezas reales e imágenes tridimensionales de ordenador. (Martin-Dorta et al., 2008). De manera separada, esta estrategia ha sido validada como instrumento de mejora de habilidades espaciales por otros investigadores: algunos han trabajado con piezas reales (Alias, Black & Gray, 2002; Ben-Chaim, Lappan & Hougang, 1998; Duesbury & O'Neil, 1996) y otros concluyen que manipular la imagen de un objeto por ordenador es suficiente para mejorar las habilidades espaciales (Wiley 1990; Sorby, 1999).

Como se explica de forma detallada en el apartado anterior (3.2), el taller consta de dos fases: Iniciación y Perfeccionamiento. Existen a su vez tres niveles de dificultad que se consiguen con la incorporación de caras inclinadas y caras curvas. Además, las figuras están dibujadas en una rejilla tridimensional que aumenta su complejidad con el nivel. Cada nivel contiene 24 figuras.

En la fase de Iniciación, el alumno, siguiendo las instrucciones del video tutorial incluido en el taller realiza un entrenamiento básico del manejo del software SketchUp. Los estudiantes aprenden las funciones más importantes del programa, como por ejemplo dibujar líneas y polígonos. También aprenden operaciones básicas de modelado, como por ejemplo hacer extrusiones.

Una vez familiarizados con el programa realizan la práctica 1.1, consistente en crear modelos 3D a partir de piezas reales de aluminio. Para esta fase se han empleado cinco juegos del maletín M14 (lote14A) de la empresa Maditeg (Maditeg, 1997) consistente en 30 piezas mecanizadas de aluminio. Posteriormente, el alumno accede a la práctica 1.2, en la que ha de crear modelos 3D a partir de perspectivas isométricas de figuras, con tres grados de dificultad creciente.

En la fase de perfeccionamiento el alumno realiza la práctica 2.1, consistente en crear modelos 3D a partir de vistas ortogonales normalizadas de figuras. En esta fase los alumnos reciben indicaciones teóricas sobre los principios generales de representación, en concreto sobre vistas normalizadas al objeto de poder abordar este nivel. Como en la práctica 1.2, esta fase está también estructurada en tres niveles A, B y C en grado creciente de dificultad.

Para la realización de los ejercicios se diseñaron entornos de trabajo controlados donde junto con el enunciado el alumno dispone de una rejilla de referencia que les ayudara en la realización de los modelos tridimensionales (Tabla 55, apartado 3.2).

El taller se impartió en 3 sesiones de 2 horas cada una, de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 61: TEMPORALIZACIÓN DEL TALLER 3D (BBAA, 2010)

FASES	Ejercicios	Duración (minutos)	Sesión
Fase Iniciación	Instalación Software y Ejercicios del curso	30	Sesión 1
	Entrenamiento Básico	30	
	Piezas Reales	60	
	Nivel A	30	Sesión 2
	Nivel B	30	
	Nivel C	60	
Fase Perfeccionamiento	Nivel A	30	Sesión 3
	Nivel B	45	
	Nivel C	45	

Análisis de los datos y conclusiones.

Las hipótesis de trabajo de las que partimos son las siguientes:

1. Un taller de modelado 3D es una herramienta válida para el objetivo de mejorar las habilidades espaciales.
2. El taller es útil para el aprendizaje de la asignatura de sistemas de representación.
3. El empleo de nuevas herramientas tecnológicas de aprendizaje mejora la motivación del alumno.

Para poder validar la hipótesis 1 se fijará una hipótesis nula (H0) y se validará o no la suposición a través de métodos de inferencia estadística. Para la hipótesis 2 y 3, se

aportan datos de encuestas de satisfacción cumplimentadas por los participantes al finalizar el taller.

De la encuesta de satisfacción se obtiene que:

1. El 95% de los participantes indican que el uso de ejercicios desarrollados con SketchUp es una buena herramienta para el desarrollo de la capacidad espacial. Esta apreciación de los alumnos la podemos verificar gracias a los resultados obtenidas en los test de visión espacial.

La **Tabla 62** muestra las puntuaciones medias obtenidas en habilidades espaciales por los estudiantes antes (Pre) y después (Post) de realizar el taller, así como las ganancias medias, para el test MRT.

TABLA 62: RESULTADOS DEL PRE Y POST TEST MRT (BBAA, 2010)

		MRT		
Curso	Total	Pre	Post	Ganancia
2010-11	N=40	(s.d.)	(s.d.)	(s.d.)
		15,70	22.68	6.98
		(7.54)	(9.93)	(5.09)

Para el análisis estadístico de los datos de habilidades espaciales se usa la variable t-student (Student's t-test), partiendo de la hipótesis nula (H0): los valores medios de las habilidades espaciales no han variado después del entrenamiento. Se aplica la prueba t-Student para series emparejadas y se obtienen los p-valor de $P=6,29413E-11$.

Se comprueba que el nivel de significación no llega en ningún caso al 1^o/99, por lo que se rechaza la hipótesis nula en todos los casos y podemos afirmar, con un nivel de significación superior al 99,9%, que la variación media del grupo estudiado ha experimentado un aumento.

Es decir, que existe un efecto del taller sobre el valor medio de las habilidades espaciales medidas en los participantes sometidos al entrenamiento a través del taller de modelado 3D.

De la encuesta de satisfacción se obtienen los datos sobre el aprendizaje de Sistemas de Representación, de la cual obtenemos que:

1. Un 85 % de los alumnos cree que ha sido provechoso este curso para la asignatura Sistemas de Representación.
2. El 95% indica que el uso de ejercicios desarrollados con SketchUp es una buena herramienta para el aprendizaje de las vistas normalizadas.
3. Los contenidos de este curso me han permitido entender mejor las vistas normalizadas (3,95 sobre 5 en escala de Likert)

La medición de la motivación se puede hacer mediante encuesta de opinión o mediante consultas indirectas, de tal manera que se evalúe si los participantes realizan más ejercicios de los propuestos, etc.. En esta prueba se ha valorado el uso de herramientas digitales enlazado con la motivación de los alumnos mediante la encuesta de satisfacción y preguntas directas para evaluar su opinión sobre los materiales del taller de modelado. Se han obtenido los siguientes resultados:

1. El 83% de los participantes cree que este taller mejora su atención y motivación para el estudio de contenidos referentes al análisis, diseño e interpretación de las formas.

2. Los participantes estiman que han realizado el taller mejor de lo que esperaban con un valor de 3,67 sobre 5.
3. El 78% opina que el tiempo invertido en la realización de este curso ha estado bien aprovechado en relación a lo aprendido.
4. El 77% prefiere el formato basado en materiales digitales frente al formato tradicional de papel.

De la experiencia obtenida en la realización del taller de modelado 3D con alumnos de Bellas Artes podemos concluir, respecto de las hipótesis planteadas:

1. Hipótesis 1: Las habilidades se pueden desarrollar mediante entrenamiento. El taller de modelado 3D utilizando Google SketchUp se ha mostrado como una buena opción para este propósito: ha aumentado significativamente la capacidad espacial de los participantes con una ganancia media de 6,98 puntos en el test MRT.
2. Hipótesis 2: El taller, de acuerdo a los resultados de la encuesta de satisfacción, sirve para el aprendizaje de los sistemas de representación y vistas normalizadas.
3. Hipótesis 3: El empleo de nuevas herramientas tecnológicas de aprendizaje mejora la motivación del alumno (un 83% de los alumnos así lo consideran) y mayoritariamente (77%) prefieren el formato digital al papel.

Tras los análisis de los resultados de esta experiencia, se plantean las siguientes líneas futuras de actuación:

1. Adaptar los contenidos de este taller a los nuevos soportes móviles como las tabletas digitales de reciente aparición.
2. El uso de piezas reales de aluminio en la primera práctica del taller es muy formativo pero no se puede digitalizar. Por ello se propone sustituir esa práctica por un conjunto de piezas iguales disponibles mediante el uso de realidad aumentada.
3. La implementación de estos talleres dentro de un aula virtual.
4. De acuerdo a los resultados de la encuesta, se propone desarrollar nuevos materiales educativos digitales que combinen dos y tres dimensiones para realizar prácticas específicas de la asignatura.



3.4 Diseño de Entorno Virtual de Aprendizaje para el Taller 3D.

Introducción y objetivos

De la primera experiencia en la facultad de Bellas Artes, se deduce que para llevar a cabo el Taller 3D que se ha rediseñado, se debe tener acceso a los contenidos de una manera eficiente. Para ello se diseña un aula virtual (en entorno Moodle) donde disponer de todos los contenidos. Esto supone un condicionante, de partida, a la hora de elegir el centro donde llevar a cabo experiencias prácticas con el Taller 3D, dado que deben disponer de un aula “operativa” con acceso “fluido” a internet.

En teoría, este es un requisito que la mayoría de los centros educativos de secundaria cumplen, pero en la práctica requiere de un proceso previo de verificación para comprobarlo y diseñar las actividades con el Taller 3D acorde a las características tecnológicas reales de los centros elegidos.

Por tanto, los contenidos del curso se implementan en un aula virtual ya que dicho formato permite la incorporación inmediata en cualquier centro con aula de ordenadores y conexión a internet. Además, los trabajos realizados por los alumnos, que van a ser en formato digital, se pueden recibir, almacenar y evaluar adecuadamente dentro de una estructura de aula virtual.

Criterios de diseño

Los criterios de diseño que se han tenido en cuenta para la implementación de los contenidos en un aula virtual son los siguientes:

1. La simplicidad de la navegación por los contenidos del curso
2. La posibilidad de extraer de la red los recursos necesarios para la ejecución del curso: descarga de software, ficheros de trabajo y de ayuda.
3. La inserción de video-tutoriales de corta duración (en total menos de 10 minutos) que permitan la realización autónoma del curso.
4. Acceso a los ejercicios del Taller mediante una interfaz gráfica.
5. Posibilidad de toma de datos de los alumnos y realizar encuestas de usabilidad sobre los materiales diseñados, los contenidos propuestos y la aplicación utilizada (SketchUp).

TABLA 63: APARIENCIA DEL ENTORNO DE AULA VIRTUAL (MOODLE) CON LOS CONTENIDOS DEL TALLER

1) Acceso a los requerimientos

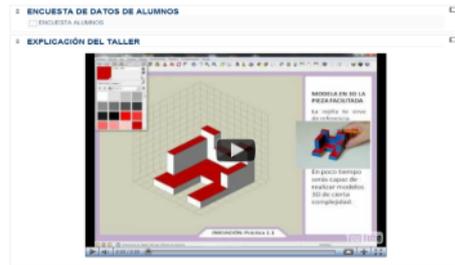
Posibilidad de descargar todas las aplicaciones necesarias para llevar a cabo los ejercicios del Taller 3D.



2) Acceso a video-tutoriales

Acceso a video-tutoriales que permiten trabajar de forma autónoma en la realización del Taller:

- a) Video-tutorial donde se explica el Taller 3D
- b) Video-tutorial donde se explica el manejo de las herramientas de SketchUp para realizar el Taller 3D.



3) Interfaz gráfica

Acceso, mediante una interfaz gráfica, a todos los ejercicios del Taller.



4) Encuestas de datos iniciales de los alumnos y usabilidad sobre los contenidos, el formato y el programa.

En el aula virtual se incluyen dos encuestas:

- a) Encuesta de toma de datos iniciales de los alumnos que van a realizar el Taller 3D (perfiles iniciales de los alumnos)
- b) Encuesta de Usabilidad sobre los materiales, los contenidos y la aplicación utilizada (SketchUp)



3.5 Taller 3D: Ingeniería Electrónica y Automática (noviembre 2010).

Introducción y objetivos

Antes de realizar pruebas con del Taller 3D en distintos contextos y niveles educativos, se pretende realizar mediciones de tiempos de ejecución de los ejercicios del taller, para validar así la hipótesis del aumento progresivo de la dificultad de éstos. De esta forma, también se obtienen tiempos medios que permitan planificar las sesiones de los talleres a realizar, en función del tiempo disponible.

Hay que tener en cuenta, que una sesión media en una clase de enseñanza secundaria está en torno a los 50 minutos y que si el taller se realiza en un aula específica con ordenadores que hay que arrancar, acceder a los contenidos y demás aspectos a tener en cuenta cuando se planifica una acción de este tipo.

Por tanto, dado que el Taller 3D se empieza a utilizar como material docente de varias asignaturas de Expresión Gráfica de los nuevos grados de Ingeniería de la Universidad de La Laguna, se decide medir los tiempos de ejecución de los ejercicios del Taller, con un grupo de alumnos de uno de los grados.

El Taller 3D se realiza en el primer cuatrimestre del curso 2010-2011, con el fin de disponer de tiempos medios de ejecución de los ejercicios, para poder planificar y proponer un número determinado de ejercicios en función del tiempo real disponible para ello en una sesión de clase (que puede distar mucho del oficial para una sesión de clase). La medición de los tiempos permitirá verificar si los niveles de dificultad son reales y afirmar que la propuesta de taller es modulable y escalable (Imagen 25).



IMAGEN 25: TALLER MODULABLE Y ESCALABLE

Contexto educativo

El centro donde se realiza la prueba es la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial de la Universidad de La Laguna. La asignatura en la que se ha llevado a cabo la realización de la experiencia que se describe es Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador, perteneciente al Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Es una asignatura de primer curso y se imparte en el primer cuatrimestre.

La coordinación de esta experiencia práctica con el Taller 3D se ha realizado en coordinación con el profesor de la asignatura, Jose Luis Saorín Pérez. La experiencia se ha realizado en el aula-laboratorio de Expresión Gráfica en Ingeniería, adscrita al

Departamento de Expresión Gráfica en Arquitectura e Ingeniería de la Universidad de La Laguna. Es un aula que consta de 50 puestos de ordenadores Dell, con acceso a internet. Se realiza con 77 alumnos de primero de Grado de Ingeniería Electrónica y Automática de la Universidad de la Laguna.

Diseño instruccional

A cada alumno se le pidió que completaran 12 ejercicios de cada nivel y que cronometraran el tiempo que tardaban en realizar dichos ejercicios. Con ello se pretende validar y comprobar cuantitativamente la adecuada distribución en fases de aprendizaje y niveles de dificultad.

Análisis de datos y conclusiones

Se han obtenido unos tiempos medios de resolución de ejercicios por fases y niveles de 3 minutos para la fase de iniciación y de 8 minutos para la fase de perfeccionamiento.



IMAGEN 26: TIEMPOS MEDIOS EJERCICIOS REALIZADOS (FASES Y NIVELES)

Como se puede ver en la **Imagen 26**, los tiempos empleados crecen conforme pasamos del nivel A al nivel C. Por otro lado se comprueba que la fase de perfeccionamiento es sensiblemente más complicada que la fase de iniciación.

Por lo tanto podemos extraer las siguientes conclusiones:

- 1) Los datos permiten validar que la distribución del curso en fases de aprendizaje y niveles de dificultad es correcta.
- 2) Por ello y disponiendo de los tiempos medios de cada uno de los ejercicios se pueden proponer diferentes modalidades del mismo curso atendiendo al nivel académico de los participantes y al tiempo disponible.



3.6 Taller 3D: Colegio Luther King (octubre 2010-enero 2011).

Introducción y objetivos

En apartados anteriores, se ha descrito el rediseño del Taller 3D, la implementación de los contenidos en un entorno de aula virtual (Moodle) y la validación de las fases y niveles de dificultad incluidos en el mismo. Este proceso, perseguía preparar el Taller para abordar uno de los objetivos iniciales de este trabajo de tesis: llevar el Taller 3D a varios centros educativos de secundaria y medir su impacto en diversos aspectos del aprendizaje.

Aunque en el ámbito universitario, el grupo de investigación DEHAES tiene experiencia en la realización de cursos y talleres intensivos, el contexto de centro de enseñanza secundaria es nuevo y presenta complejidades diferentes. En las experiencias realizadas hasta la fecha, los colaboradores siempre han sido los profesores universitarios que impartían docencia en la asignatura donde se llevaba a cabo una determinada actividad del grupo de investigación. Esta situación permite una coordinación directa en un mismo contexto educativo. Sin embargo, al diseñar actividades en un nuevo contexto como la enseñanza secundaria (o cualquier otro), se debe tener en cuenta que es necesario un mayor esfuerzo en planificar actividades que deben encajar en su compleja dinámica habitual, sobre todo, si estas actividades llevan asociadas el uso de herramientas tecnológicas.

Por ese motivo, los contactos realizados con centros no universitarios se realizan con un curso de antelación, dado que debemos conocer las instalaciones y ver si es viable la realización del Taller 3D. Pero sobre todo, para que el centro incluya en su planificación una actividad con varias sesiones y que puede implicar a varios profesores. Por lo comentado, durante el curso 2009-2010 se establece contacto con diversos centros educativos no universitarios y se llega a un acuerdo de colaboración con varios de ellos. Entre los que se concreta la posibilidad de llevar el Taller 3D está el Colegio Luther King de La Laguna.

Se decide realizar la experiencia con alumnos de 3º de ESO y de bachillerato (1º y 2º). Sin embargo, para el análisis de datos, sólo se consideran los datos los de 3º de ESO, dado que con los de bachillerato surgieron problemas de coordinación que hicieron descartar los resultados obtenidos. Dada la cantidad de grupos (4 de 3º de ESO y 3 de bachillerato) y el diseño de la experiencia con cuatro sesiones fue necesario planificar su realización para un periodo que va desde mediados de octubre de 2010 hasta mediados de enero de 2011.

Con esta actividad, se pretende valorar el impacto que el Taller 3D puede tener fuera del ámbito universitario, especialmente en enseñanza secundaria y estudios artísticos. El impacto en el aprendizaje que se pretende medir con la realización del Taller 3D, se concreta en:

- 1) Medir la mejora de las habilidades espaciales
- 2) Medir la satisfacción del usuario
- 3) Medir la influencia en la elección de estudios

El centro educativo donde se lleva a cabo esta primera experiencia con el Taller 3D, fuera del contexto universitario es el Colegio Luther King (C/ Las Gavias 98, 38206, La Laguna, Tenerife). Este es un centro concertado, que dispone de una oferta educativa que va desde primer ciclo de educación infantil (a partir de 2 años) hasta 2º de bachillerato. La experiencia se lleva a cabo en la asignatura de Expresión Plástica y Visual de 3º de ESO y Dibujo Técnico de bachillerato.

La coordinación se ha realizado con dos personas: D. Antonio González Torres (coordinador del Departamento de Ciencias) y con Dña. Carmen Cabrera Nuño (profesora de la especialidad de Dibujo). La experiencia ha tenido lugar en el primer cuatrimestre del curso académico 2010-2011. Han participado un total de 79 estudiantes (36 hombres y 46 mujeres) con una media de edad de 14 años.

Antes de empezar la prueba piloto se les pasó una ficha de datos para ver el perfil de los participantes. Entre los datos, destacamos:

- El 70% de los estudiantes declara antes de comenzar la experiencia piloto que tiene dificultades con el dibujo técnico.
- El 92,4 % de los participantes no han utilizado una aplicación CAD con anterioridad.
- Para el 76% de los participantes era la primera vez que recibían un curso de modelado tridimensional.

Diseño Instruccional

La experiencia se realiza en un aula de informática del centro, la cual estaba dotada de 24 ordenadores Dell con acceso a internet (Imagen 27). Para el desarrollo del Taller 3D se utilizó el aula virtual donde se colocaron todos los contenidos del mismo.



IMAGEN 27: AULA DE INFORMÁTICA DEL COLEGIO LUTHER KING

Google SketchUp 8, sigue siendo el software utilizado, dado que (como se detalla en el apartado 3.2) los contenidos del Taller 3D se han diseñado personalizando plantillas de trabajo en este programa. Con la personalización de las plantillas de trabajo, se integran en un mismo entorno, el enunciado 2D y el espacio 3D donde trabajar y visualizar los modelos tridimensionales. Además, se puede obtener automáticamente las vistas

normalizadas (planta, alzado, perfil) por lo que es una herramienta adecuada para que los alumnos puedan desarrollar la capacidad espacial.

Para medir la mejora de las Habilidades Espaciales cada participante realiza dos test (MRT y DAT-5) antes y los repiten después de llevar a cabo el experimento, al objeto de poder evaluar los resultados.

Para la medida de la satisfacción del usuario cada participante rellena una encuesta al finalizar el Taller. Las preguntas se han realizado utilizando una escala tipo Likert, según la cual, a cada pregunta el encuestado le asigna una valoración numérica indicando el grado de acuerdo o desacuerdo con respecto a la pregunta planteada en una escala de 5 puntos.

Para medir la influencia en la elección de estudios de ciencia y tecnología se les pasó una encuesta de opinión (Tabla 64). En ésta se les preguntaba la posible influencia en sus elecciones, así como sus preferencias entre el uso de papel o de herramientas informáticas, sobre las dificultades observadas al realizar los ejercicios con una nueva herramienta, sobre su motivación y sobre su percepción de mejora de las capacidades espaciales.

TABLA 64: ENCUESTA DE OPINIÓN (LUTHER KING, 2011)

Nº	Pregunta
1	¿Crees que la realización de cursos como este, puede influenciar positivamente en tu percepción del Dibujo Técnico?
2	¿Crees que la realización de cursos como este, podría influenciar en la elección de asignaturas optativas?
3	¿Crees que la realización de cursos como este, podría influenciar en la elección de tus estudios?
4	Crees que el uso de herramientas de modelado 3D puede mejorar tu atención y motivación para el estudio de los contenidos de las asignaturas de Expresión Gráfica.
5	¿Crees adecuado impartir cursos intensivos a los estudiantes para mejorar los conocimientos sobre los nuevos medios infográficos aplicados al Dibujo Técnico?
6	¿Habrías preferido realizar los ejercicios de este curso en formato papel?
7	Realizarías otro curso similar, desarrollado con otras tecnologías como la Realidad Aumentada.
8	¿Crees que el tiempo invertido en la realización de este curso ha estado bien aprovechado en relación a lo aprendido y el tiempo empleado?

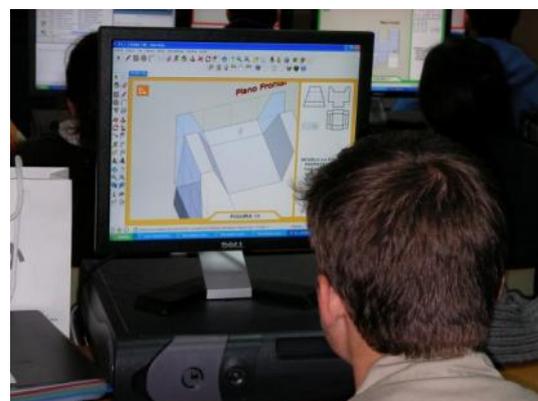
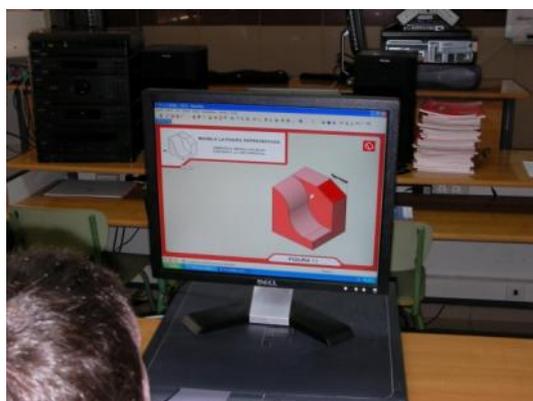


IMAGEN 28: REALIZANDO EL TALLER 3D (LUTHER KING, CURSO 2010-2011)

El taller se impartió en 4 sesiones de 1 hora cada una, de acuerdo a la Tabla 65:

TABLA 65: TEMPORALIZACIÓN DEL TALLER 3D (LUTHER KING, CURSO 2010-2011)

		Duración (minutos)	Sesión
Medición HHEE y encuesta de datos		30	Sesión 1
	Piezas Reales	30	
Fase Iniciación	Nivel A	15	Sesión 2
	Nivel B	15	
	Nivel C	30	
Fase Perfeccionamiento	Nivel A	15	Sesión 3
	Nivel B	15	
	Nivel C	30	
Medición HHEE y encuesta de Satisfacción y Opinión		60	Sesión 4

Gracias a la modularidad del Taller se puede implementar en cualquier programa docente adaptando el número de ejercicios a desarrollar en función del nivel del alumnado y del número de horas de que disponga la asignatura.

Análisis de los datos y conclusiones

Las hipótesis de trabajo de las que se parten son las siguientes:

1. Un Taller de Modelado 3D es una herramienta válida para el objetivo de mejorar las habilidades espaciales.
2. El Taller es valorado por los alumnos como un recurso con buena usabilidad.
3. La realización de este taller puede condicionar las elecciones académicas futuras de los alumnos.

Para poder validar la hipótesis 1 se fijará una hipótesis nula (H_0) y se validará o no la suposición a través de métodos de inferencia estadística. Para la hipótesis 2 se aportan datos de encuestas de satisfacción cumplimentadas por los participantes al finalizar el Taller y para la hipótesis 3 se utilizará la encuesta de opinión.

La Tabla 66 muestra las puntuaciones medias de habilidades espaciales obtenidas por los estudiantes antes (Pre) y después (Post) de realizar el Taller, así como las ganancias medias.

TABLA 66: VALORES MEDIOS DEL PRE Y POST TEST (LUTHER KING, CURSO 2010-2011)

Curso	Total N=79	MRT			DAT-5		
		Pre (s.d.)	Post (s.d.)	Gain (s.d.)	Pre (s.d.)	Post (s.d.)	Gain (s.d.)
2010-11		14,43	20,70	6.27	22,52	27,55	5,03
		(7.64)	(9.88)	(6.35)	(8,78)	(9,02)	0,24

Para el análisis estadístico se utiliza la variable t-student (Student's t-test), partiendo de la hipótesis nula (H_0): los valores medios de las habilidades espaciales no han variado después del entrenamiento. Se aplica la prueba t-Student para series emparejadas y se obtienen los p-valores que representan la probabilidad de que dicha hipótesis sea cierta (Tabla 67).

TABLA 67: P-VALORES (LUTHER KING, CURSO 201-2011)

Curso 2010-11	MRT	DAT-5
		P=3,0923E-13 < 0.001

Se comprueba que el nivel de significación no llega en ningún caso al 1^o/₁₀₀, por lo que se rechaza la hipótesis nula en todos los casos y podemos afirmar, con un nivel de significación superior al 99,9%, que la variación media del grupo estudiado ha experimentado un aumento. Es decir, que existe un efecto del Taller sobre el valor medio de las habilidades espaciales medidas en los participantes sometidos al entrenamiento a través del Taller de Modelado 3D.

Para medir la usabilidad del Taller 3D se realiza una encuesta de satisfacción con preguntas agrupadas en eficacia, eficiencia y satisfacción, utilizando una escala Likert del 1 al 5 (Tabla 68).

TABLA 68: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN (LUTHER KING, CURSO 2010-2011)

Parámetro	N	Pregunta (Escala Likert de 1 a 5)	Resultados (0-5)
EFICACIA	1	El material del Taller tiene buena y cuidada presentación (modelos corpóreos de aluminio, aula virtual, ficheros SketchUp, pdfs, video-tutoriales, ...)	4,03
	2	La estructura del Taller en dos fases (Iniciación y Perfeccionamiento) y cada fase en tres niveles, es adecuada.	3,91
	3	El Taller realizado cumple con la finalidad para la que ha sido planteado (Desarrollo de Habilidades Espaciales)	4,75
	4	La utilización de modelos físicos de aluminio para introducirnos en el Modelado 3D es adecuada.	3,99
	5	No veo necesario material didáctico adicional para realizar el Taller	3,60
	6	Los materiales del Taller son suficientes para asimilar los contenidos.	3,84
	7	Podría haber realizado este Taller de forma autónoma, sin necesidad de asistencia del profesor.	3,90
	8	He entendido bien los ejercicios de este Taller.	3,89
	9	La diferenciación de los distintos niveles haciendo uso del color me ha resultado adecuada.	3,71
	10	El nivel de dificultad de los ejercicios lo considero adecuado en cada nivel.	3,84
	11	Los contenidos de este Taller me han permitido entender mejor las vistas normalizadas.	4,00
EFICIENCIA	12	El contenido del Taller me ha resultado claro y me ha permitido hacer el Taller más rápidamente.	3,76
	13	Es rápido ubicarte en el Taller debido al diseño modular por fases de aprendizaje y niveles de complejidad.	3,68
	14	El número de ejercicios propuestos es suficiente para las horas de trabajo propuestas.	3,58
	15	Me ha dado tiempo de realizar los ejercicios planteados.	3,64
	16	La presentación del enunciado en el fichero de trabajo ha permitido trabajar de forma más rápida en el ejercicio planteado.	3,80
	17	El uso de ejercicios desarrollados con SketchUp es una buena herramienta para el desarrollo de la capacidad espacial y el aprendizaje de las vistas normalizadas.	4,36
SATISFACCIÓN	18	El Taller realizado es útil para mejorar mi nivel de visión espacial	4,74
	19	Este tipo de talleres puede mejorar mi atención y motivación para el estudio de los contenidos de asignaturas relacionadas con el análisis y representación de las formas	3,79
	20	El Taller se puede desarrollar en cualquier momento y fuera del aula de clase (en casa, en el autobús, en el tranvía, etc.)	2,72
	21	El uso de herramientas 3D puede mejorar tu atención y motivación para el estudio de los contenidos de las asignaturas de Expresión Gráfica.	4,11
	22	Realizando los ejercicios, he estado mejor de lo que esperaba.	4,04
	23	Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados.	3,70
Resultado global del Taller			3,88

El curso ha sido valorado globalmente con 3,88 sobre 5,00.

- Eficacia. Valor promedio: 3,95 sobre 5,00
- Eficiencia. Valor promedio: 3,80 sobre 5,00
- Satisfacción. Valor promedio 3,85 sobre 5,00

De acuerdo a la tercera hipótesis planteada en esta actividad, sobre la influencia del Taller 3D en las elección de estudios se pueden resaltar los siguientes resultados, obtenidos de la encuesta de opinión:

El 80 % de los alumnos piensa que la realización de cursos como este, puede influenciar en su percepción del Dibujo Técnico.

El 72% de los alumnos considera que la realización de cursos como este, podría influenciar en la elección de asignaturas optativas.

El 60 % de los alumnos cree que la realización de cursos como este, podría influenciar en la elección de tus estudios.

El 90 % piensa que el uso de herramientas 3D puede mejorar tu atención y motivación para el estudio de los contenidos de las asignaturas de Expresión Gráfica.

De la experiencia obtenida en la realización del Taller de Modelado 3D podemos concluir, respecto de las hipótesis planteadas:

- Hipótesis 1: Las habilidades se pueden desarrollar mediante entrenamiento. El Taller de Modelado 3D utilizando Google SketchUp se ha mostrado como una buena opción para este propósito: ha aumentado significativamente la capacidad espacial de los participantes con una ganancia media de 6,27 puntos en el test MRT y de 5,03 en el DAT-5.
- Hipótesis 2: El grado de satisfacción con el taller es alto, obteniendo en la encuesta de usabilidad una puntuación global de 3,88 sobre 5, así como un valor de satisfacción de 3,85 sobre 5.
- Hipótesis 3: Este tipo de iniciativas no sólo cambian la percepción de asignaturas basadas en la expresión gráfica (80%), sino que influyen en la elección de optativas (72%) e incluso de estudios superiores (60%)

Tras la realización de esta experiencia se valora la posibilidad de adaptar los contenidos de este Taller a los nuevos soportes móviles como por ejemplo las Tabletas Digitales de reciente aparición.



3.7 Diseño de un módulo creativo del Taller 3D.

Introducción

A partir de la realización, en el curso 2010-2011, del taller 3D para el análisis de las formas y su representación con alumnos de la asignatura de Técnicas de Representación en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna, el taller se adopta como un recurso habitual en la impartición de los contenidos referidos a los sistemas de representación y a las vistas normalizadas por parte de la profesora María Dolores del Castillo Cossío.

Entre las distintas actividades prácticas que la mencionada profesora desarrolla dentro de la asignatura, se encuentra la realización de un ejercicio que denomina: “de la bidimensión a la tridimensión”. Por las características del ejercicio, en el que se debe partir de una forma bidimensional para construir un volumen tridimensional que el alumno debe asociar a un proceso creativo, se considera diseñar un material de apoyo para la realización de este ejercicio, utilizando como recurso principal la misma aplicación empleada en el Taller 3D, Google SketchUp.

El ejercicio “De la bidimensión a la tridimensión”, parte de una serie de cuadros del artista americano Frank Stella. Esta serie es la denominada “Polígonos irregulares”, compuesta por 11 obras, agrupadas en cuatro variantes cromáticas (I, II, III y IV).

Según indicaciones de la profesora, un alumno debe elegir una de las 11 obras de F. Stella y considerarla como una planta o un alzado de un volumen que debe crear el alumno. Con el fin de dotar a la obra del volumen que cada alumno considere, respetando las dos dimensiones que ya tiene y añadiéndole una tercera, hay que representar el alzado, la planta y el perfil, así como las medidas en cada vista.

En la **Imagen 29** se pueden apreciar las 11 obras de la serie “Polígonos Irregulares”, que sirven de referencia para la realización del ejercicio “de la bidimensión a la tridimensión”.



IMAGEN 29: “POLÍGONOS IRREGULARES” (1965-66) DE FRANK STELLA

Finalmente, se deberá concebir una solución con finalidad artística, que podrá ser un volumen escultórico, arquitectónico, un objeto, etc., dando una solución debidamente ambientada y escenificada para representar su finalidad.

Para la realización del ejercicio, los alumnos deben utilizar su dominio en los sistemas de representación como el diédrico y la perspectiva cónica. En la **Imagen 30**, se presentan imágenes de ejemplos de ejercicios realizados por alumnos sin uso de herramientas de modelado 3D.

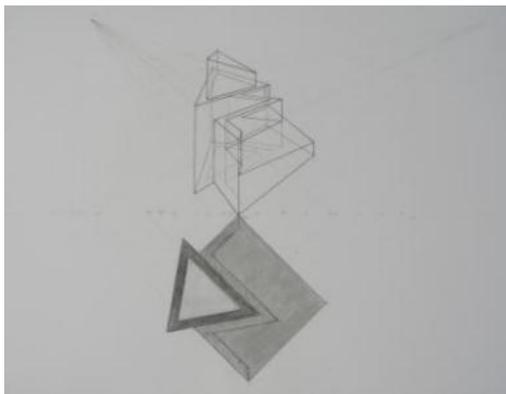
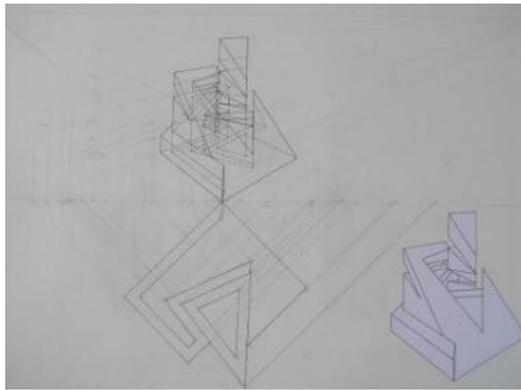


IMAGEN 30: EJERCICIOS REALIZADOS POR LOS ALUMNOS SIN USO DE HERRAMIENTAS DE MODELADO 3D

Criterios de diseño.

Dado que los alumnos de la asignatura Técnicas de Representación habían tenido la experiencia de realizar el taller de modelado 3D para el análisis de las formas y su representación haciendo uso de SketchUp como principal herramienta de trabajo, se les plantea la posibilidad de trabajar con el mismo programa en la práctica descrita sobre la obra de Frank Stella.

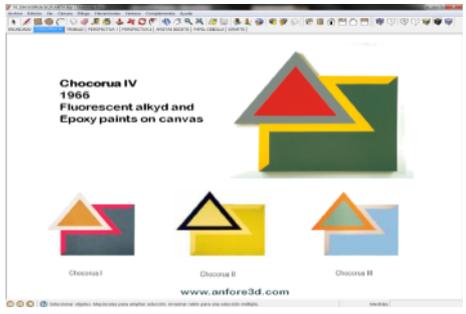
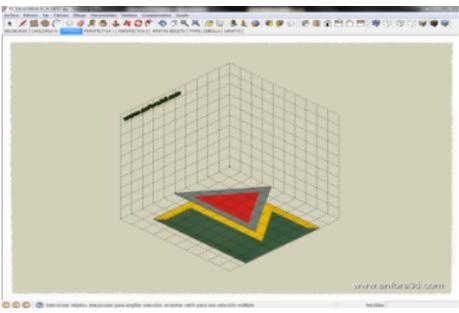
Para la realización de este ejercicio se diseña un material específico que permita al alumno elegir una de las once obras de la serie polígonos irregulares de Stella y una vez elegida la obra tendría la opción de trabajar con ella, considerándola como la planta o el alzado del volumen a crear.

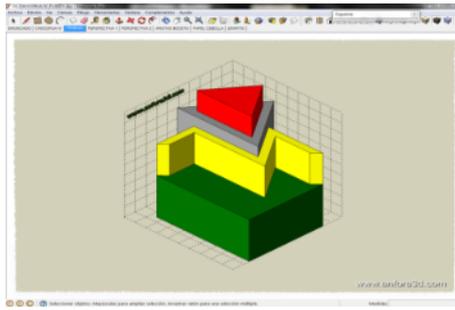
Como ya se ha comentado, SketchUp permite crear volúmenes sin apenas formación y dado el trabajo previo en la realización del taller 3D que se había rediseñado, el objetivo principal en cuanto al diseño del material era crear un entorno personalizado para trabajar en la realización del ejercicio, sin necesidad de mucha formación en la aplicación SketchUp.

Para ello, en el entorno de SketchUp, se diseña para cada una de las 11 obras de la serie “Polígonos Irregulares” un espacio de trabajo (Tabla 69) en el que se incluye:

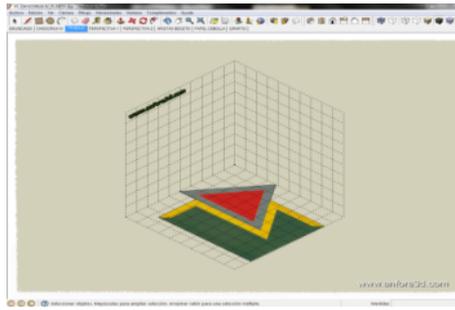
- 1) El enunciado general de la práctica,
- 2) La obra elegida y sus variantes cromáticas,
- 3) Una escena con el entorno principal de trabajo, donde modelar la figura (bien partiendo de la obra como planta o como alzado)
- 4) Varias escenas para poder ir visualizando el trabajo desde distintos puntos de vista y con estilos de visualización artísticos.

TABLA 69: PLANTILLA PERSONALIZADA PARA LA REALIZACIÓN DEL EJERCICIO DE FRANK STELLA

DESCRIPCIÓN	APARIENCIA
<p>1) ENUNCIADO GENERAL DE LA PRÁCTICA.</p> <p>En cada una de las plantillas, se crea una primera escena con el enunciado general de la práctica: CREACIÓN DE LA TERCERA DIMENSIÓN: “La actividad didáctica fija su punto de partida en las diversas perspectivas con las que se va a trabajar. Ellas serán la estructura de un proyecto que camina a través de la figura del artista americano Frank Stella y concretamente en el estudio de su obra comprendida entre los años 1960-70, que él titula “Polígonos irregulares”.</p> <p>El trabajo del alumno parte de la elección de una de éstas obras con la finalidad de trabajar con ella, buscándole una tercera dimensión, concibiendo la obra original como alzado o planta, de forma que al “tridimensionar” la obra elegida, ésta conserve, en alguna de sus vistas, la forma exacta concebida por Stella.</p> <p>La conclusión del trabajo consistirá en concebir una solución con finalidad artística. Ésta puede ser una escultura, un objeto, etc., dando una solución debidamente ambientada y escenificada para representar su finalidad.”</p>	 <p style="text-align: center;">Escena con el enunciado general</p>
<p>2) LA OBRA ELEGIDA Y SUS VARIANTES CROMÁTICAS</p> <p>Escena con la obra elegida, donde vienen los datos del nombre de la obra, el año de creación, los materiales con los que se realizó y las variantes cromáticas que realiza F. Stella.</p> <p>Se pretende en esta escena, dar una información gráfica al alumno para situarlo en contexto. Se crea una obra tridimensional que parte de una obra pictórica que se debe conocer previamente.</p>	 <p style="text-align: center;">Obra elegida y sus variantes cromáticas</p>
<p>3) UNA ESCENA CON EL ENTORNO PRINCIPAL DE TRABAJO, DONDE MODELAR LA FIGURA (bien partiendo de la obra como planta o como alzado)</p> <p>Se diseñan dos plantillas por cada una de las 11 obras de la serie “polígonos irregulares”, una para la opción de trabajar la obra como planta del volumen y la otra para hacerlo desde el alzado.</p> <p>En la escena, además de tener como referente la obra elegida por el alumno, se dispone de una rejilla de trabajo para poder usarla como elemento auxiliar para el encajado del volumen que debe crear el alumno.</p>	 <p style="text-align: center;">Entorno de trabajo a partir de la Planta</p>



Ejemplo de volumen en entorno de trabajo



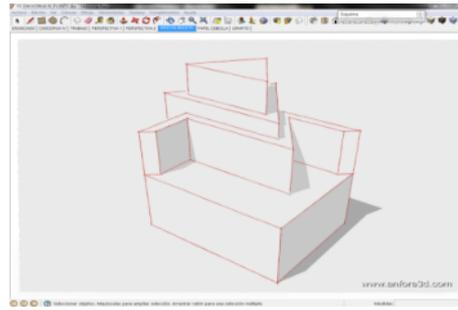
Entorno de trabajo a partir del Alzado

4) VARIAS ESCENAS PARA PODER IR VISUALIZANDO, DESDE DISTINTOS PUNTOS DE VISTA Y CON ESTILOS DE VISUALIZACIÓN ARTÍSTICOS, EL TRABAJO REALIZADO.

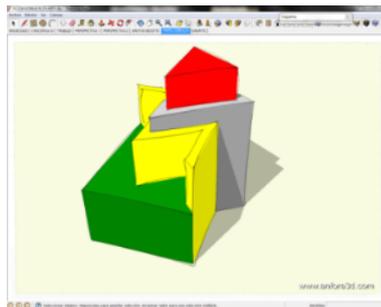
Se crean distintas escenas diseñadas para permitir la visualización del trabajo desde diferentes puntos de vista (axonométrico y cónico) y estilos visuales (en modo de aristas de boceto, papel cebolla, carboncillo,...).

Estas escenas, permiten una visualización más completa de un ejercicio con un enfoque creativo.

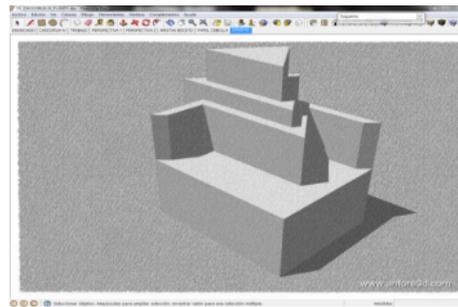
A pesar de que se parte de un mismo enunciado, en el que se obliga a mantener en una vista ortogonal normalizada (planta o alzado), la obra original de F. Stella, cada alumno propone una solución tridimensional diferente.



escena con estilo visual en aristas de boceto



escena con estilo visual en papel cebolla



escena con estilo visual en carboncillo



3.8 Taller: “De la bidimensión a la tridimensión”. Bellas Artes (noviembre 2010).

Introducción y objetivos

Diseñado el módulo creativo del Taller 3D: “De la bidimensión a la tridimensión” se ofrece al alumnado, la posibilidad de realizar esta práctica utilizando este nuevo material. A pesar de la poca experiencia en el manejo de entornos de modelado 3D, hubo 18 alumnos que decidieron trabajar con este nuevo recurso.

Algunos de los trabajos realizados por dichos alumnos se pueden ver en la **Imagen 31**.

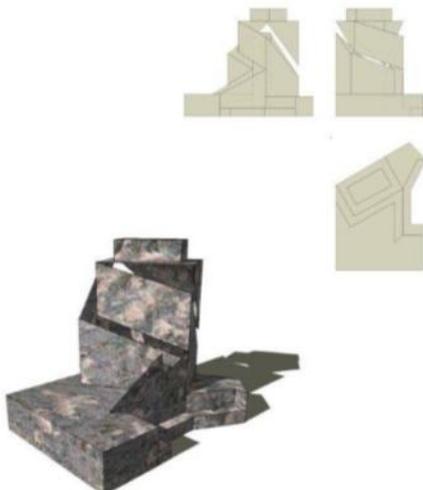
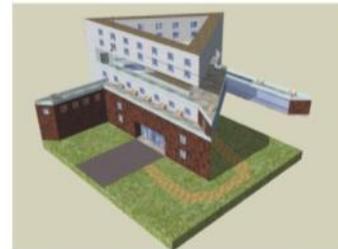
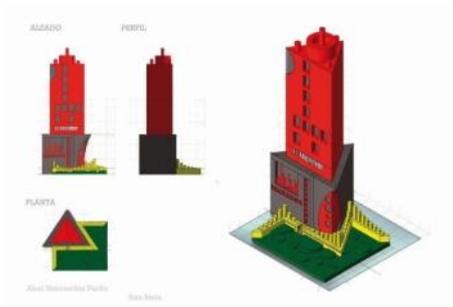
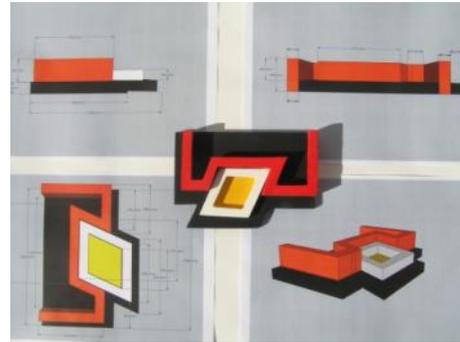
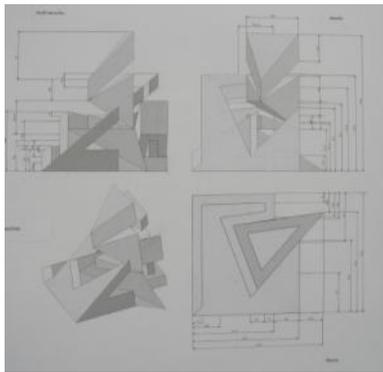




IMAGEN 31 TRABAJOS REALIZADOS CON LA PLANTILLA PERSONALIZADA DEL EJERCICIO DE FRANK STELLA

Los objetivos de esta acción son:

- 1) Obtener datos sobre la opinión de los alumnos que eligieran el material diseñado de forma específica para la realización de un ejercicio que tradicionalmente se había realizado mediante técnicas tradicionales de sistemas de representación sobre papel.
- 2) Valorar la posibilidad de realizar contenidos que, desarrollando las habilidades espaciales, tengan encaje en entornos creativos.

Contexto educativo.

Esta experiencia se realizó en el grado de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna, en la asignatura de Sistemas de Representación con la coordinación de María Dolores del Castillo Cossío. Consistió en una práctica final o proyecto, dentro de la mencionada asignatura. La realizan 18 alumnos de un total de 40. Los 22 alumnos restantes, realizaron el mismo ejercicio sin hacer uso del material digital diseñado de forma específica, utilizando los medios tradicionales de sistemas de representación sobre papel.

Diseño Instruccional.

Los alumnos eligen una de las 11 obras de Frank Stella incluidas en el material diseñado, y la vista de la que van a partir (planta o alzado). Una vez realizado el volumen 3D inspirado en la obra de Stella, deben realizar una composición creativa, asociando dicho volumen con una obra escultórica, arquitectónica, un objeto, etc.

Para valorar el material del taller “de la bidimensión a la tridimensión”, se realiza un breve cuestionario. Dicho cuestionario aparece en la **Tabla 70**.

TABLA 70: CUESTIONARIO VALORACIÓN MATERIAL DEL TALLER: "DE LA BIDIMENSIÓN A LA TRIDIMENSIÓN (BBAA, 2010)

PREGUNTA (Escala Likert de 1 a 5)	PUNTUACION MEDIA (N=18)
1) La elección de la Aplicación Google SketchUp para los objetivos del ejercicio ha sido acertada.	4,00
2) La presentación del enunciado en el fichero de trabajo ha permitido trabajar de forma más cómoda en el ejercicio planteado.	4,16
3) Google SketchUp me ha resultado fácil de aprender a utilizar.	4,00
4) La presentación de los ejercicios en el formato de Google SketchUp ha sido amigable.	4,50

5)	La barra de herramientas vistas (isométrica, planta, frontal, derecha, posterior, izquierda) ha sido importante para la mejor comprensión espacial del ejercicio.	4,83
6)	¿Crees que este tipo de ejercicio puede mejorar tu atención y motivación para los estudios que estás realizando?	3,83
7)	¿Crees que este formato de ejercicio te ha permitido explorar más posibles soluciones que si lo hubieras realizado en papel?	4,66
8)	¿Habrías preferido realizar el ejercicio en este formato digital al formato papel?	3,66
9)	¿Crees que el tiempo invertido en la realización de este ejercicio ha estado bien aprovechado en relación a lo aprendido y el tiempo empleado?	4,16

Análisis de datos y conclusiones

De los resultados obtenidos en el cuestionario podemos resaltar que:

- 1) La presentación del ejercicio utilizando la plantilla en SketchUp ha tenido una gran aceptación (4,5 sobre 5).
- 2) Los alumnos consideran que la realización del ejercicio en el entorno de modelado 3D utilizando la barra de herramientas vistas, ayuda en gran medida a la comprensión espacial del ejercicio (4,83 sobre 5).
- 3) Los alumnos perciben que con el material diseñado, han podido explorar más soluciones que realizándolo de forma tradicional (4,66 sobre 5)
- 4) Entre los alumnos que han utilizado el material específicamente diseñado para la realización del ejercicio “de la bidimensión a la tridimensión”, ha habido preferencia por realizarlo en este formato, frente al uso del formato en papel (3,66 sobre 5)

Además de la opinión de los alumnos hay que destacar la gran aceptación del material diseñado por parte de la profesora, que lo ha adoptado como material didáctico para la impartición de su asignatura y para su utilización en el curso “Ambigüedades de la Tercera Dimensión, dentro del Máster Creación, Producción y Difusión de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada. Por lo tanto, podemos concluir que el diseño de materiales que desarrollen el razonamiento espacial y la creatividad dentro de entornos educativos no técnicos es posible y tiene aceptación entre el alumnado.



3.9 Taller 3D: IES Geneto (noviembre 2010).

Introducción y objetivos

Uno de los accesos directos a los grados de ingeniería, donde las habilidades espaciales son una competencia muy importante, es el de realizar un ciclo superior de formación profesional. Hasta este momento, el grupo DEHAES no había realizado ninguna experiencia en este entorno educativo. Por ello, se pretende medir el efecto de la realización del Taller 3D en la mejora de las habilidades espaciales en alumnos de Formación Profesional.

Contexto Educativo

Esta experiencia se realiza en el IES Geneto de La Laguna. Tenerife. Este es un centro público, con una oferta educativa que recoge todos los niveles de enseñanza secundaria obligatoria (1º a 4º de ESO) y de bachillerato. Además, es un centro con mucha tradición en formación profesional. Su oferta, en este sentido, contempla varios Ciclos de Grado Superior (Edificación y Obra Civil; Madera, Mueble y Corcho), varios de grado medio (Madera, Mueble y Corcho; Enseñanzas Deportivas) y varios Programas de Cualificación Profesional Inicial, conducentes al título de graduado en ESO.

La asignatura en la que se incluye la realización del Taller 3D es Proyecto de Obra Civil, asignatura de segundo curso del Ciclo Superior Desarrollo y Aplicación de Proyectos de Edificación. La coordinación se ha realizado con el profesor de dicha asignatura, Ángel Adán Peñalosa.

Han participado 22 alumnos y la experiencia se ha llevado a cabo en el aula de la asignatura que dispone de 22 puestos de ordenador y de acceso wifi.



IMAGEN 32: REALIZANDO EL TALLER 3D (IES GENETO, 2010)

Diseño Instruccional

El Taller 3D se realiza con la misma instrucción que en la experiencia descrita en el punto 3.3. Para la medición de las habilidades espaciales, además de la realización del MRT, se realiza DAT. A pesar de ser 21 los alumnos que realizan el Taller 3D, sólo se tienen en cuenta los datos de 17 alumnos, por falta de algún dato en los pre-test o post-test. Para medir las Habilidades Espaciales: cada participante realiza los dos test (MRT y DAT5-SR) antes y después de llevar a cabo la experiencia, al objeto de poder evaluar los resultados.

Análisis de datos y resultados

La hipótesis de trabajo de la que se parte es la siguientes:

1. Un Taller de Modelado 3D es una herramienta válida para el objetivo de mejorar las habilidades espaciales.

Para poder validar la hipótesis se fijará una hipótesis nula (H_0) y se validará o no la suposición a través de métodos de inferencia estadística.

La **Tabla 71** muestra las puntuaciones medias obtenidas por los estudiantes antes (Pre) y después (Post) de realizar el Taller, así como las ganancias medias, para los test MRT y DAT5-SR.

TABLA 71: PUNTUACIONES MEDIAS EN PRE-TEST Y POST-TEST Y GANANCIAS MEDIAS (IES GENETO, 2010)

Curso	Total	MRT			DAT5-SR		
		Pre (s.d.)	Post (s.d.)	Ganancia (s.d.)	Pre (s.d.)	Post (s.d.)	Ganancia (s.d.)
2010-11	N=17	18.44 (7.52)	24.89 (9.75)	6.45 (5.12)	29.89 (10.42)	40.56 (6.65)	10.67 (5.93)

Para el análisis estadístico usamos la variable t-Student (Student's t -test), partiendo de la hipótesis nula (H_0): los valores medios de las habilidades espaciales no han variado después del entrenamiento. Se aplica la prueba t-Student para series emparejadas y se obtienen los p-valores que representan la probabilidad de que dicha hipótesis sea cierta (**Tabla 72**).

TABLA 72: NIVEL DE SIGNIFICACIÓN PARA EL TALLER 3D (IES GENETO, 2010)

	MRT	DAT5-SR
Curso 2010-11	P=0.00807 < 0.01	P=0.00139 < 0.01

Por lo tanto se obtiene para el test MRT un p-valor de $p = 0,00807 < 0.01$ y para el test DAT5-SR $p = 0,00139 < 0.01$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y podemos aceptar, con un nivel de significación superior al 99%, que el grupo experimenta una mejora positiva de sus valores de habilidades espaciales.

De la experiencia realizada se concluye que existe un efecto del Taller sobre el valor medio de las habilidades espaciales medidas en los participantes sometidos al entrenamiento a través del Taller de Modelado 3D. Del análisis estadístico podemos concluir que las habilidades espaciales experimentan un aumento significativo medio de 6,45 puntos en el caso del test MRT y de 10,67 puntos en el caso del DAT5-SR.



3.10 Taller 3D: Ingeniería Marina (marzo de 2011).

Introducción y objetivos

La Capacidad de Visión Espacial está presente como competencia adquirir en los planes de estudio de las titulaciones de Grado en Ingeniería Marina, Grado en Ingeniería Radioelectrónica Naval, Grado en Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo, Grado en Arquitectura Naval, Grado en Ingeniería Marítima, Grado en Ingeniería de Sistemas y Tecnología Naval y el Grado en Ingeniería de Propulsión y Servicios del Buque. Es preciso señalar que algunos planes de estudio la denominan Concepción Espacial, y otros Visión Espacial. Ambos términos se refieren a la habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional (Martín-Dorta, 2009).

En el entorno náutico es importante ser capaz de interpretar el plano de una instalación, visualizando sus distintos componentes en tres dimensiones. A la hora de manejar simuladores y otros elementos auxiliares del buque, la información disponible está en dos dimensiones y es necesaria la visualización tridimensional. Por lo tanto, se pretende medir el efecto de la realización del Taller 3D en la mejora de las habilidades espaciales y en la motivación de los alumnos al utilizar nuevas tecnologías de aprendizaje.

Contexto Educativo

Esta experiencia se realiza con 26 alumnos del primer curso del Grado en Ingeniería Marina de la Universidad de La Laguna durante el curso académico 2010-2011. Se ha llevado a cabo en el laboratorio de informática del Departamento de Expresión Gráfica de la Universidad de La Laguna.

Diseño Instruccional

En esta experiencia se ha utilizado el Taller 3D implementado en el Aula Virtual, tal como se ha descrito en el apartado 3.4. El Taller se lleva a cabo durante las primeras semanas del cuatrimestre, al objeto de eliminar la posible influencia de los contenidos impartidos por otras materias, como Expresión Gráfica, y de este modo evitar que otros factores pudieran interferir en los test de medida de las habilidades espaciales.

Para medir las Habilidades Espaciales se utilizan los dos test (MRT y DAT5-SR) antes y después de la experiencia. Para la medida de la satisfacción del usuario cada participante rellena una encuesta al finalizar el Taller. La encuesta consta de 56 preguntas organizadas de acuerdo a tres variables: La primera referida a la estructura, presentación, diseño y materiales del Taller, la segunda a los contenidos y, finalmente, la tercera acerca de satisfacción y motivación del usuario.

Análisis de los datos y conclusiones

Las hipótesis de trabajo de las que se parten son las siguientes:

1. Un Taller de Modelado 3D es una herramienta válida para el objetivo de mejorar las habilidades espaciales.
2. El empleo de nuevas herramientas tecnológicas de aprendizaje mejora la motivación del alumno.

Para poder validar la hipótesis 1 se fijará una hipótesis nula (H_0) y se validará o no la suposición a través de métodos de inferencia estadística. Para la hipótesis 2 se aportan datos de encuestas de satisfacción cumplimentadas por los participantes al finalizar el Taller. La **Tabla 73** muestra las puntuaciones medias obtenidas por los estudiantes antes (Pre) y después (Post) de realizar el Taller, así como las ganancias medias, para los test MRT y DAT5-SR.

TABLA 73: PUNTUACIONES MEDIAS EN PRE-TEST Y POST-TEST Y GANANCIAS MEDIAS (INGENIERÍA MARINA-ULL, 2011)

Curso	Total	MRT			DAT5-SR		
		Pre (s.d.)	Post (s.d.)	Ganancia (s.d.)	Pre (s.d.)	Post (s.d.)	Ganancia (s.d.)
2010-11	N=26	16.60 (7.64)	22.80 (7.23)	6.30 (5.03)	24.90 (6.95)	35.60 (7.88)	11.20 (5.91)

Para el análisis estadístico usamos la variable t-Student (Student's *t*-test), partiendo de la hipótesis nula (H_0): los valores medios de las habilidades espaciales no han variado después del entrenamiento. Se aplica la prueba t-Student para series emparejadas y se obtienen los p-valores que representan la probabilidad de que dicha hipótesis sea cierta (**Tabla 74**):

TABLA 74: NIVEL DE SIGNIFICACIÓN PARA EL TALLER 3D (INGENIERÍA MARINA-ULL, 2011)

	MRT	DAT5-SR
Curso 2010-11	P=0.0000030808 < 0.001	P=0.0000000020 < 0.001

Se comprueba que el nivel de significación no llega en ningún caso al $1^{\circ}/\alpha$, por lo que se rechaza la hipótesis nula en todos los casos y podemos afirmar, con un nivel de significación superior al 99,9%, que la variación media del grupo estudiado ha experimentado un aumento. Es decir, que existe un efecto del Taller sobre el valor medio de las habilidades espaciales medidas en los participantes sometidos al entrenamiento a través del Taller de Modelado 3D.

Del análisis estadístico podemos concluir que las habilidades espaciales experimentan un aumento significativo medio de 6 puntos en el caso del test MRT y de 11 puntos en el caso del DAT5-SR.

La encuesta de satisfacción ofrece algunos datos relevantes:

- Un 95,6% de los alumnos consideran adecuada o muy adecuada la estructura del taller en fases y niveles.
- El 87% prefiere este formato basado en materiales digitales y aula virtual al formato tradicional de papel.
- El 82,6% considera que este Taller le ha permitido entender mejor las vistas normalizadas.
- El 91% de los participantes cree que este Taller mejora su atención y motivación para el estudio de contenidos referentes al análisis, diseño e interpretación de las formas.
- Un 100% de los alumnos encuestados ha respondido afirmativamente cuando se les ha preguntado si estarían interesados en realizar cursos de modelado 3D en el que se trabaje con el diseño e interpretación de planos, esquemas, vistas y secciones de componentes de buques.

De la experiencia obtenida en la realización del Taller de Modelado 3D se puede concluir, respecto de las hipótesis planteadas:

- Hipótesis 1: Las habilidades se pueden desarrollar mediante entrenamiento. El Taller de Modelado 3D utilizando Google SketchUp se ha mostrado como una buena opción para este propósito: ha aumentado significativamente la capacidad espacial de los participantes con una ganancia media de 6,30 puntos (5.03 s.d.) y 11,20 puntos (5,91 s.d.) en los test MRT y DAT SR-5 respectivamente.
- Hipótesis 2: El empleo de nuevas herramientas tecnológicas de aprendizaje mejora la motivación del alumno: un 91% de los alumnos así lo consideran.



3.11 Rediseño de los materiales en función de las experiencias realizadas.

Introducción y objetivos

Dentro de la metodología general llevada a cabo en este trabajo de tesis (y que se detalla en el apartado 1.6: Metodología y plan de trabajo), se incluye revisiones y mejoras parciales de los procesos, contenidos y materiales a partir de su evaluación en las experiencias realizadas (Bellas Artes, centro educativo Luther King, IES Geneto y grado en Ingeniería Náutica Marina), donde se detectan varios aspectos a mejorar.

Criterios de diseño

1) Corrección de errores en los enunciados.

Los alumnos que realizaron el Taller y disponían de un mayor dominio de sus contenidos (Ingeniería y FP Superior), detectaron algún enunciado con incorrecciones. Estos errores se corrigieron rápidamente.

2) Mejoras en el diseño gráfico de los contenidos.

a) Para no tener duplicados los contenidos, se descarta el formato 4:3, dado que la mayoría de los alumnos disponían de portátil y en éstos, el formato generalizado es el panorámico (16:9).

b) Por sugerencia de Julio Calle Cabrero (Director de Íscar Software de Arquitectura, S.L.), se añade una pestaña con la escena inicial, de los ficheros de trabajo en SketchUp, en perspectiva cónica.

c) En las encuestas de opinión y en el contacto con los alumnos mientras realizan los ejercicios, se detecta que la presentación gráfica en la fase de iniciación resulta incómoda para trabajar, dado que el enunciado en la parte superior deja menos visión del espacio de trabajo tridimensional, sobre todo en el formato panorámico (que es por el nos vamos a inclinar). Por tanto, se decide ubicar el enunciado en la parte izquierda de la interfaz.

Aunque este aspecto del cambio de diseño se decide en este momento, ese cambio implica mucho trabajo que se va realizando de forma paralela al uso del Taller en otros contextos educativos.

El resultado del cambio, deja de manifiesto un mejor aprovechamiento de la pantalla para el modelado 3D, según se aprecia en la Imagen 33.



IMAGEN 33: COMPARATIVA DE LA INTERFAZ ANTES Y DESPUÉS DEL CAMBIO DE POSICIÓN DEL ENUNCIADO

3) Alternativas digitales a las piezas de aluminio de la práctica 1.1

Se detecta que el uso de piezas de aluminio tiene diversos problemas (transporte, coste, control,..) para su utilización en un centro educativo. Además, como se pretende generalizar el uso de entornos virtuales, se decide buscar alternativas digitales a dichos modelos de aluminio.

4) Opciones al aula virtual.

Un entorno de aula virtual como el diseñado para el Taller 3D (entorno Moodle) está pensado para una enseñanza de tipo formal, que requiere de un alta con nombre de usuario y contraseña (a pesar que se puede configurar para acceso a invitados), y tiene una estructura rígida de gestión, edición y maquetación.

Por esos motivos, se empieza a pensar y trabajar en dos nuevos formatos que resuelvan los inconvenientes detectados:

- a) Por un lado, se concibe la creación del Taller en formato libro con algún sistema de almacenamiento para los contenidos digitales. De esta forma, se piensa en la posibilidad de disponer de todos los ejercicios para que puedan ser realizados en láminas de papel y además, con el dispositivo de almacenamiento se resolvería el acceso a los contenidos digitales en aquellos entornos sin acceso fluido a internet.
- b) Por otro lado, se busca un entorno web que permita el fácil acceso a los contenidos de forma más informal sin necesidad de altas, sin necesidad de pertenecer a una institución académica. Además, se busca un entorno que sea sencillo, flexible y atractivo en su edición. A pesar de tener claras las características deseadas y encontrar algún entorno que podía acercarse a lo buscado, se descartan por no permitir la visualización de los contenidos en dispositivos móviles como las tabletas digitales y los smartphones, con los que ya se está pensando en la evolución de los contenidos del Taller.



3.12 Taller: “De la bidimensión a la tridimensión”. Máster de Granada (abril 2011).

Introducción y objetivos

Dada la aceptación del taller “De la bidimensión a la tridimensión” entre el alumnado de la asignatura Sistemas de Representación de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna, la profesora María Dolores del Castillo Cossío, decide utilizar dicho material como recurso educativo en el curso “Ambigüedades de la Tercera Dimensión, dentro del Máster Creación, Producción y Difusión de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada.

A los alumnos de este máster, también se les pasa el mismo cuestionario que el realizado con los de la Facultad de Bellas Artes de La Laguna, obteniendo unos resultados muy similares en cuanto a aceptación de los materiales. De hecho, la profesora utiliza este mismo material en el siguiente curso 2011-2012, y piensa utilizarlo en el curso 2012-2013.

Análisis de datos y conclusiones

Después de la realización del ejercicio se les pasó un cuestionario a los alumnos que realizaron la práctica utilizando el material preparado específicamente. Dicho cuestionario aparece en la **Tabla 75**.

TABLA 75: CUESTIONARIO VALORACIÓN MATERIAL DEL TALLER: “DE LA BIDIMENSIÓN A LA TRIDIMENSIÓN (MÁSTER GRANADA, 2011)

PREGUNTA (Escala Likert de 1 a 5)	PUNTUACION MEDIA (N=18)
1) La elección de la Aplicación Google SketchUp para los objetivos del ejercicio ha sido acertada.	4,00
2) La presentación del enunciado en el fichero de trabajo ha permitido trabajar de forma más cómoda en el ejercicio planteado.	4,00
3) Google SketchUp me ha resultado fácil de aprender a utilizar.	4,00
4) La presentación de los ejercicios en el formato de Google SketchUp ha sido amigable.	4,50
5) La barra de herramientas vistas (isométrica, planta, frontal, derecha, posterior, izquierda) ha sido importante para la mejor comprensión espacial del ejercicio.	4,83
6) ¿Crees que este tipo de ejercicio puede mejorar tu atención y motivación para los estudios que estás realizando?	3,83
7) ¿Crees que este formato de ejercicio te ha permitido explorar más posibles soluciones que si lo hubieras realizado en papel?	4,66
8) ¿Habrías preferido realizar el ejercicio en este formato digital al formato papel?	2,66
9) ¿Crees que el tiempo invertido en la realización de este ejercicio ha estado bien aprovechado en relación a lo aprendido y el tiempo empleado?	4,16



3.13 Diseño de alternativas digitales a los modelos corpóreos.

Introducción y objetivos

En el apartado 3.11 se detectó que no siempre es fácil disponer en los centros educativos de los modelos de aluminio. Por otro lado, si se quiere disponer del material del curso en un EVA (Entorno Virtual de Aprendizaje), cuyo uso se está generalizando en todos los ámbitos educativos, resulta indispensable cambiar los 6 modelos corpóreos de aluminio (**Imagen 34**) por modelos digitales, para no perder la práctica 1.1, que se ha mostrado como muy útil en el desarrollo del Taller 3D.

Criterios de Diseño.

Las posibles soluciones debían respetar el hecho de que los modelos corpóreos se manipulan con las manos, ya que este hecho era diferenciador del resto del taller y permitía una aproximación gradual del alumno a los problemas planteados. Las alternativas a los modelos corpóreos no podían venir de las interfaces habituales dominadas por ventanas manejadas por un ratón.

A lo largo de estos últimos años la investigación en interfaces avanzadas hombre-máquina ha sido un campo con mucho desarrollo (Redondo Domínguez, 2010; Yi-Chen, Hung-Lin, & Wei-Han, 2011). Dentro de las últimas tecnologías desarrolladas destacan, entre otras, la realidad virtual y las interfaces gestuales.

Un aspecto importante a destacar de estas nuevas interfaces es que permiten interactuar al usuario con la información gráfica a través de la manipulación directa. Este es el motivo que lleva a la selección de la realidad aumentada y los modelos 3D sobre tabletas digitales multitáctiles como sustitutos de los modelos corpóreos. Por la posibilidad que ofrecen de poder manipular un modelo digital en tres dimensiones de forma similar a como lo haríamos con un modelo físico.

La realidad aumentada permite, mediante una marca impresa, manipular objetos digitales usando gestos. Por otro lado las tabletas digitales multitáctiles permiten manipular modelos 3D digitales con los dedos. Aunque dichos modelos no sustituyen a las piezas reales, al menos su manipulación con las manos es muy semejante a la experiencia de manipular la realidad.

Por tanto, se buscan alternativas con la posibilidad de sustituir modelos corpóreos por modelos digitales, diseñando opciones realizando comparativas de los modelos reales con la utilización de dos tecnologías de interacción gestual en auge: la realidad aumentada y las tabletas digitales multitáctiles. Esto permitiría un ahorro económico, debido el coste de los modelos físicos (**Imagen 34**), una reducción en el tiempo y el esfuerzo dedicado al transporte de este material a los centros educativos y su implantación en entornos virtuales de aprendizaje.



IMAGEN 34: MODELOS DE ALUMINIO A LOS QUE SE BUSCA ALTERNATIVAS DIGITALES

La primera tecnología que se analiza es la Realidad Aumentada. Esta tecnología, descrita en el marco teórico, ofrece la posibilidad de manipular una marca impresa (en cartulina rígida), y junto con una webcam poder visualizar (entre otras cosas) modelos 3D en la pantalla del ordenador (Imagen 35). La manipulación directa de dicha marca de cartón, rotándola o desplazándola, mientras se visualiza el modelo en la pantalla, es una aproximación que puede funcionar como herramienta para el desarrollo de habilidades espaciales.



IMAGEN 35: MODELO 3D DE LA PRÁCTICA 1.1 EN REALIDAD AUMENTADA

Una vez decidida esta tecnología, como una opción a sustituir los modelos corpóreos de aluminio de la práctica 1.1 del Taller 3D, lo que se pretende es utilizar una solución de Realidad Aumentada que sea sencilla en la generación de contenidos, de bajo coste y que disponga de visualizador gratuito.

Como se comienza a valorar esta posibilidad y dado que la solución que se busca es sólo la de visualizar seis modelos 3D en Realidad Aumentada, lo más importante es que la generación de los modelos sea fácil y económica. También, se tiene muy presente un objetivo muy importante de esta tesis, que es el diseñar estrategias para la introducción eficaz de nuevos recursos docentes de carácter gráfico en centros educativos.

Por estos motivos, la elección final nos conduce a la solución AR-media Plugin para SketchUp de Inglobe Technologies. Esta aplicación es una extensión para SketchUp, que se integra en su interfaz, sin necesidad de trabajar con otro software. Por otro lado el visualizador de los modelos generados es gratuito, por lo que cualquier usuario puede ver los modelos creados desde esta aplicación a coste cero.

Además, como se ha mencionado, por lo sencillo que es aprender a trabajar con SketchUp y lo extendido que está su uso en entornos educativos, el uso de AR-media Plugin para

SketchUp, ha sido uno de los grandes aciertos en la elección de herramientas para generar contenidos, en el contexto de esta tesis.

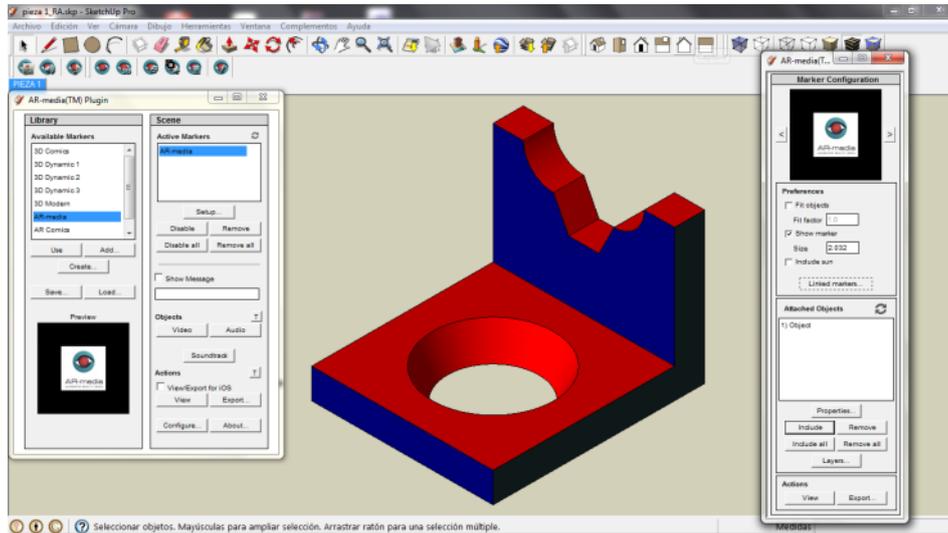


IMAGEN 36: INTERFAZ DE AR-MEDIA PLUGIN PARA SKETCHUP, CREANDO MODELOS 3D EN RA

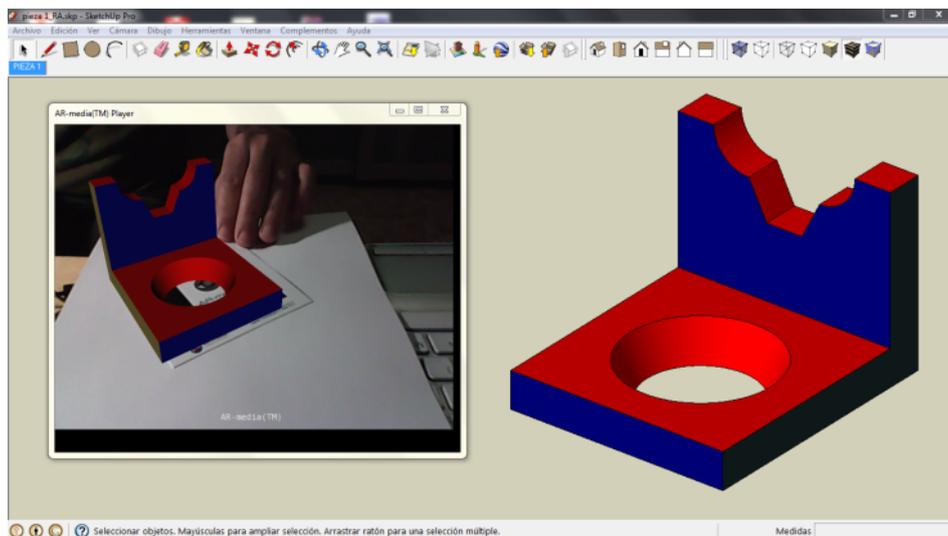


IMAGEN 37: MODELO 3D EN RA CREADO CON AR-MEDIA PLUGIN Y MODELO 3D EN SKETCHUP

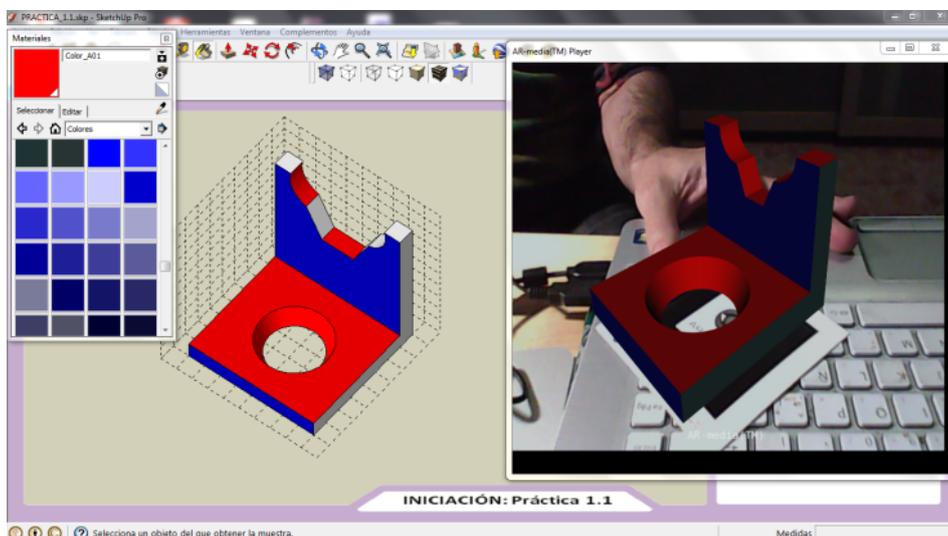


IMAGEN 38: PLANTILLA SKETCHUP PARA LA PRÁCTICA 1.1., A PARTIR DEL MODELO 3D EN R.A.

Instalado AR-media Plugin, se integra en la interfaz de SketchUp, como una barra de herramientas. Aunque las posibilidades de ajustes e interacciones de esta aplicación son diversas, para el caso concreto de buscar una alternativa digital en formato de Realidad Aumentada a las seis piezas de aluminio, no las tenemos en consideración. Por tanto, para generar los seis modelos en RA, tan sólo se asigna una marca a la escena en la que está el modelo 3D creado en SketchUp y se hace clic a exportar. De esta sencilla manera, en apenas unos minutos, se obtienen los seis modelos en RA.

Existe la posibilidad de crear una única escena (archivo de RA) con las seis piezas, en la que se asigna una marca diferente para cada una de dichas piezas y así poder controlarlas de forma individual. Sin embargo, se elige la opción de generar una escena (ficheros de RA) para cada pieza y asignarles a todas la misma marca. El motivo principal, es que se piensa en la fase de validación con diversos usuarios, en distintos centros educativos y se considera que es más práctico manejar una única marca (**Imagen 39**), en vez de seis.

De esta marca, se generaron 500 copias en cartulina rígida y han servido para las pruebas de validación de estos contenidos. Además, se han utilizado como tarjeta de presentación dado que en el reverso se han impreso los datos de contacto. En las diferentes experiencias prácticas en contextos educativos, además de valorar distintos aspectos de los procesos de enseñanza-aprendizaje con los materiales elaborados, se han establecido contactos de colaboración que han resultado muy positivos.

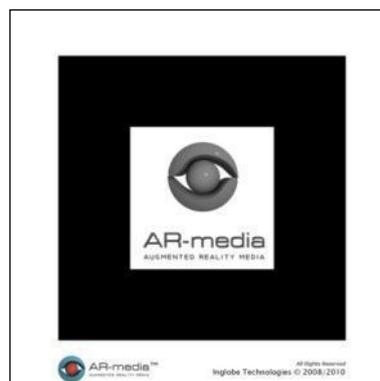


IMAGEN 39: MARCA, MARCADOR O TRACKER UTILIZADO

La segunda alternativa implementada ha sido la utilización de tabletas digitales para la manipulación de modelos 3D. Esta tecnología también han sido descrita en el marco teórico. Se realiza un análisis del dispositivo y sus posibilidades en distintos contextos y un estudio de diversas aplicaciones gráficas realizando una categorización, valorando sus posibilidades tanto para entornos educativos como profesionales. De entre las categorizaciones realizadas se establece una, denominada Visualizadores 3D.

En esta categoría de Visualizadores 3D, aparecen desde que surgen las tabletas, aplicaciones de empresas que disponen de software de escritorio con gran trayectoria y prestigio en el mercado profesional. Este interés avala las posibilidades gráficas de un dispositivo que integra movilidad, conectividad y una interacción directa en la pantalla que hasta ahora sólo se conocía en los teléfonos multitáctiles (el iPhone). Como mínimo, la posibilidad que tienen estos dispositivos, de ofrecer la visualización directa de un modelo 3D que se puede manipular con las manos, es una opción nueva para la presentación de productos.

Entre las empresas y aplicaciones, que desde un primer momento ofrecen este tipo visualizadores se pueden destacar tres:

1. Autodesk, con Inventor Publisher Mobile Viewer (IPM Viewer),
2. Dassault Systems, con 3DVIA Mobile HD
3. Rhinoceros, con iRhino 3D

Estas tres aplicaciones y otras, fueron valoradas como herramientas para visualizar los modelos 3D que sirvan de alternativa digital a los modelos de aluminio. Finalmente, la solución elegida es la aplicación Autodesk Inventor Publisher Viewer -IPM Viewer- (Imagen 40).

Entre los motivos que la diferenciaban de las otras alternativas, se destacan:

1. Es gratuito.
2. Está disponible para iOS y para Android.
3. Permite generar animación de los modelos 3D.
4. Permite integrar muchos modelos en una misma escena o archivo.
5. La creación de los ficheros se hace con una aplicación que no requiere de formación en software complejo. Dicha aplicación es Autodesk Inventor Publisher y en entornos educativos es gratuita. Además su aprendizaje y uso es intuitivo y rápido.

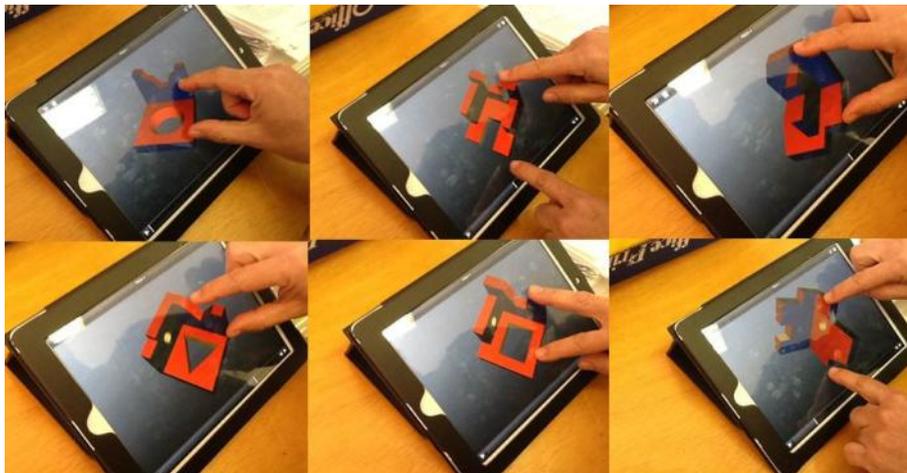


IMAGEN 40: MANIPULACIÓN DE MODELOS EN TABLETAS DIGITALES CON AUTODESK IPM VIEWER

Decidido el uso de estas dos nuevas interfaces para resolver la primera práctica del taller, se muestra necesario saber qué opinaban los usuarios sobre estas tecnologías. Cada una de ellas tiene sus ventajas y sus inconvenientes, pero de cara a la sustitución de los modelos corpóreos, es importante garantizar que los usuarios tengan una interacción similar con los modelos digitales.

Por tanto, se diseña una experiencia práctica donde se pretende valorar el uso de estas dos opciones. En estas pruebas los alumnos deben realizar las vistas normalizadas de seis piezas. Dos de ellas con las piezas de aluminio, dos con las piezas en realidad aumentada y las otras dos con las piezas en la tableta digital.

Para obtener una visión más general que permita validar la sustitución de los modelos corpóreos, esta experiencia se prepara para ser realizada en diferentes entornos educativos:

1. Con estudiantes universitarios,
2. Con estudiantes de secundaria,
3. Con profesores de secundaria.



3.14 Taller 3D: Colegio Nuryana (abril 2011).

Introducción y objetivos

El principal objetivo de esta experiencia es comprobar la posibilidad de realización del Taller 3D, delegando su instrucción en una persona ajena a la creación de los contenidos. De esta forma, se valora la posibilidad de implementarlo en contextos educativos de enseñanza no universitaria.

Además, se intenta realizar la primera prueba con los contenidos de Realidad Aumentada generados para sustituir los modelos corpóreos de aluminio en la práctica 1.1 del Taller 3D, para poder implementar esta práctica en entornos virtuales de aprendizaje. Se busca introducir la realidad aumentada como un aspecto motivador e innovador dentro del desarrollo de actividades de dibujo técnico y modelado en 3D.

Contexto Educativo

El centro educativo donde se realiza esta experiencia es el Colegio Nuryana de La Laguna, Este es un centro educativo de enseñanza concertada y su oferta educativa va desde el primer ciclo de educación infantil hasta 2º de bachillerato. La actividad se realiza con 19 alumnos de 4º de ESO, en la asignatura de Educación Plástica y Visual de 4º de ESO, en coordinación con Mertxe Sota, licenciada en Bellas Artes (alumna en prácticas del Máster Universitario en Formación del Profesorado) y con Luis O. De Lejarazu San José, profesor de Dibujo del centro.

El desarrollo de la actividad se lleva a cabo en el aula de informática con 30 ordenadores con sistema operativo Linux, que incorporan cámaras web.

Diseño Instruccional

Se facilita a los coordinadores de esta actividad el acceso al aula virtual descrita en el apartado 3.4. A partir de ese momento, se da de alta, en dicho aula, a todos los alumnos que van a participar en la experiencia.

Dado el sistema de gestión informática del centro, en el que se usa un entorno informático bajo Linux, se pretende instalar SketchUp y el visualizador de realidad aumentada en este sistema. No fue posible resolver la instalación del visualizador de realidad aumentada, por lo que se decide plantear esta práctica fuera del centro. El 95% de los alumnos, declara tener ordenador en su casa.

Para poder realizar, de forma autónoma, esta práctica con los contenidos en RA, disponible en el aula virtual del Taller, se explica cómo descargar e instalar el visualizador de RA, y trabajar con las seis piezas creadas en RA.

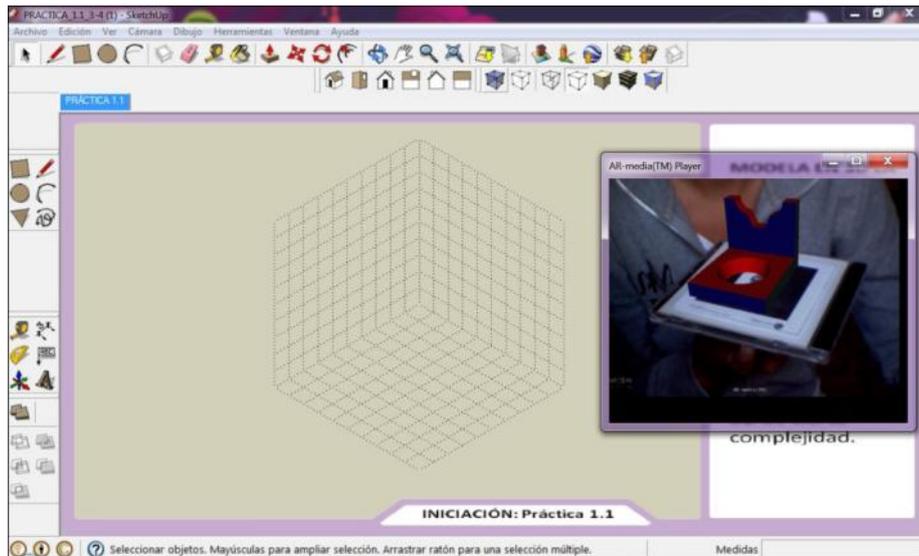


IMAGEN 41: EXPLICACIÓN DE LA PRÁCTICA CON RA (COLEGIO NURYANA, 2011)

La realización del Taller se ha incluido en la programación habitual de la asignatura de expresión plástica y visual de 4º de ESO, y es evaluada como una actividad más de dicha asignatura.

El Taller se plantea en dos sesiones presenciales (45 minutos) y dos tareas virtuales. En la primera sesión presencial se plantea la resolución de 4 ejercicios de cada nivel de la fase de iniciación. Como tarea virtual se propone otros tres ejercicios de cada nivel. En la segunda sesión presencial se plantea la resolución de 3 ejercicios de cada nivel de la fase de perfeccionamiento. Finalmente, como segunda tarea virtual se pide a los alumnos que terminen en casa todos los ejercicios planteados anteriormente, así como la realización de la práctica 1.1 utilizando realidad aumentada.

Análisis de los datos y conclusiones.

El objetivo principal de esta experiencia era valorar la posibilidad de implementar el Taller en el contexto habitual de la docencia de la asignatura de expresión plástica y visual de 4º de ESO. Para ello, se estableció unos criterios de evaluación a partir de la propuesta de realización de ejercicios. En la **Tabla 76** se puede ver el porcentaje de ejercicios resueltos correctamente.

TABLA 76: PORCENTAJE DE EJERCICIOS RESUELTOS CORRECTAMENTE (COLEGIO NURYANA, 2011)

	Iniciación	Perfeccionamiento
Nivel A	88%	55%
Nivel B	72 %	33%
Nivel C	55%	33%

De los resultados, se puede comprobar que el diseño de los niveles de dificultad de los ejercicios del taller es correcto, incluso en educación secundaria.

La estructura modular ha permitido su inclusión en el programa de la asignatura ajustando el número de ejercicios propuestos en la actividad.



3.15 Estudio de Usabilidad del Taller 3D.

Introducción y objetivos

El estudio de usabilidad del Taller se realiza teniendo en cuenta la experiencia realizada durante el curso 2010-2011 en cuatro centros educativos, con una participación total de 194 alumnos. Se analiza, mediante recogida de fichas de datos y encuestas de satisfacción, el grado de usabilidad del taller al objeto de diseñar una nueva metodología aplicada a la docencia del diseño, dibujo y artes utilizando tecnologías avanzadas. La validación de las hipótesis se hará en base a los resultados obtenidos en las encuestas para la medición de la usabilidad, en términos de eficacia, eficiencia y satisfacción de usuario.

El estudio se diseña para cumplir un doble objetivo:

1. Obtener datos objetivos sobre la usabilidad del Taller de modelado 3D en diferentes niveles educativos.
2. Validar, mediante la medición de eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario una metodología de enseñanza basada en el uso de nuevas tecnologías gráficas al objeto de implementarla en la práctica docente.

El conocimiento de estos factores constituirá un dato de gran valor para el diseño de estrategias de innovación docente.

Las hipótesis de trabajo de las que se parte son las siguientes:

- Hipótesis 1: Un Taller de Modelado 3D es una herramienta válida para adoptarla dentro de una nueva metodología docente.
- Hipótesis 2: El alumno va a responder positivamente al empleo de esta herramienta.

Para obtener datos objetivos sobre las hipótesis planteadas se han realizado estudios de usabilidad.

Metodología

El Taller de Modelado 3D se ha realizado, durante el curso 2010-2011 en varios centros de educación, y para este estudio de usabilidad se han tenido en cuenta la participación de 194 alumnos distribuidos según la *Tabla 77*.

TABLA 77: DISTRIBUCIÓN DE ALUMNOS QUE PARTICIPAN EN EL ESTUDIO DE USABILIDAD DE TALLER 3D

Centro Educativo	Nivel	Número de Alumnos
IES Geneto	Ciclo Superior de FP (edificación)	21
IES Luther King	Bachiller	45
	3º ESO	86
IES Nuryana	4º ESO	19
Grado de Ingeniería Náutica	Primero	25

La metodología consiste en:

1. Recogida de datos de la población a través de formularios (ficha de datos del alumno)
2. Realización del Taller de modelado 3D.
3. Realización de encuestas de usabilidad.

La recogida de datos se ha realizado a través de formularios y encuestas diseñadas y colocadas en el aula virtual (Moodle) del Taller.

Análisis de datos y conclusiones

Para poder validar un Taller de modelado 3D se hace un análisis de usabilidad estudiando su contenido, la dificultad y la utilidad que el alumno percibe tras la realización del mismo a través de un cuestionario (Tabla 78).

TABLA 78: CUESTIONARIO DE USABILIDAD DEL TALLER DE MODELADO 3D

	N	Pregunta (Escala Likert de 1 a 5)	Resultados (0-5)	
EFICACIA	1	El material del Taller tiene buena y cuidada presentación (modelos corpóreos de aluminio, aula virtual, ficheros SketchUp, pdfs, video-tutoriales, ...)	4,01	3,79
	2	La estructura del Taller en dos fases (Iniciación y Perfeccionamiento) y cada fase en tres niveles, es adecuada.	3,92	
	3	El Taller realizado cumple con la finalidad para la que ha sido planteado (Análisis y representación de las formas a través de modelado 3D)	4,75	
	4	La utilización de modelos físicos de aluminio para introducirnos en el Modelado 3D es adecuada.	3,93	
	5	No veo necesario material didáctico adicional para realizar el Taller	3,45	
	6	Los materiales del Taller son suficientes para asimilar los contenidos.	3,74	
	7	Podría haber realizado este Taller de forma autónoma, sin necesidad de asistencia del profesor.	2,75	
	8	He entendido bien los ejercicios de este Taller.	3,83	
	9	La diferenciación de los distintos niveles haciendo uso del color me ha resultado adecuada.	3,73	
	10	El nivel de dificultad de los ejercicios lo considero adecuado en cada nivel.	3,79	
	11	Los contenidos de este Taller me han permitido entender mejor las vistas normalizadas.	3,78	
EFICIENCIA	12	El contenido del Taller me ha resultado claro y me ha permitido hacer el Taller más rápidamente.	3,77	3,81
	13	Es rápido ubicarte en el Taller debido al diseño modular por fases de aprendizaje y niveles de complejidad.	3,66	
	14	El número de ejercicios propuestos es suficiente para las horas de trabajo propuestas.	3,68	
	15	Me ha dado tiempo de realizar los ejercicios planteados.	3,62	
	16	La presentación del enunciado en el fichero de trabajo ha permitido trabajar de forma más rápida en el ejercicio planteado.	3,77	
	17	El uso de ejercicios desarrollados con SketchUp es una buena herramienta para el desarrollo de la capacidad espacial y el aprendizaje de las vistas normalizadas.	4,35	
SATISFACCIÓN	18	El Taller realizado es útil para mejorar mi nivel de visión espacial	4,6	3,63
	19	Este tipo de talleres puede mejorar mi atención y motivación para el estudio de los contenidos de asignaturas relacionadas con el análisis y representación de las formas	2,85	
	20	El Taller se puede desarrollar en cualquier momento y fuera del aula de clase (en casa, en el autobús, en el tranvía, etc.)	2,85	
	21	El uso de herramientas 3D puede mejorar tu atención y motivación para el estudio de los contenidos de las asignaturas de Expresión Gráfica.	3,95	
	22	Realizando los ejercicios, he estado mejor de lo que esperaba.	3,84	
	23	Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados.	3,68	
Resultado global del Taller			3,74	

Los resultados de la encuesta de usabilidad del Taller de modelado 3D en función de los parámetros analizados son:

- Eficacia. Valor promedio: 3,79 sobre 5,00

Los contenidos del Taller de modelado 3D han sido muy bien valorados. El estudiante valora la presentación de los materiales, considera adecuada la estructura de los contenidos por fases y niveles. Considera que por el diseño gráfico de los materiales, haciendo uso de colores e iconos, es fácil ubicarse dentro del Taller y que la integración del enunciado y el espacio de trabajo junto con una adecuada dificultad de los ejercicios asignados a cada nivel le han permitido entender bien los ejercicios y mejorar el conocimiento en vistas normalizadas.

- Eficiencia. Valor promedio: 3,81 sobre 5,00

Podemos considerar, a la luz de los resultados, que los contenidos del Taller de Modelado 3D son eficientes, pues se han podido ajustar a los niveles de los alumnos (diversos grupos y niveles) y al tiempo disponible. De esta forma, los participantes se han sentido capaces de hacer los ejercicios propuestos dentro del tiempo del que han dispuesto.

- Satisfacción. Valor promedio 3,63 sobre 5,00

Las opiniones vertidas en la encuesta arrojan un alto grado de satisfacción del usuario respecto del Taller de modelado 3D, pues cumple con las expectativas. El alumno opina que le ha ayudado a mejorar su nivel de visión espacial y a entender los contenidos de vistas normalizadas. Considera que el uso de recursos como los del Taller ayudan a su atención y motivación de las materias relacionadas con el dibujo. Se ve satisfecho por comprobar que ha sido capaz de realizar los ejercicios planteados y por realizarlos mejor de lo que esperaba.

Analizamos, a su vez, a través de un cuestionario (Tabla 79) la validación de la herramienta utilizada estudiando su usabilidad en factores como la facilidad de manejo, su rapidez y sus posibilidades de aplicación en el aprendizaje y posterior uso profesional.

TABLA 79: CUESTIONARIO DE USABILIDAD DE SKETCHUP

	N	Pregunta (Escala Likert de 1 a 5)	Resultados (0-5)
EFICACIA	1	Google SketchUp me ha resultado fácil de aprender a utilizar.	4,02
	2	La presentación de los ejercicios en el formato de Google SketchUp ha sido amigable.	3,88
	3	Las herramientas disponibles en Google SketchUp han sido suficientes para la realización de ejercicios propuestos	4,01
EFICIENCIA	4	La barra de herramientas vistas (isométrica, planta, frontal, derecha, posterior, izquierda) ha sido importante para la mejor comprensión espacial de los ejercicios.	3,91
	5	He aprendido rápido a utilizar la aplicación Google SketchUp	3,95
	6	Podría aprender a utilizar Google SketchUp sin necesidad de explicaciones por parte de la profesora/profesor	3,67
SATISFACCIÓN	7	La aplicación Google SketchUp ha mejorado mi visión espacial.	3,68
	8	Es una gran ventaja que exista versión gratuita de Google SketchUp para PC y para Mac	4,22
	9	¿Consideras que Google SketchUp te puede servir en el desempeño de tu carrera?	3,65
	10	¿Recomendarías Google SketchUp a tus compañeros?	3,87
Resultado Global de la aplicación Google SketchUp			3,89

Los resultados de la encuesta de usabilidad de Google SketchUp en función de los parámetros analizados son:

- Eficacia. Valor promedio: 3,97 sobre 5,00.

El alumno percibe en todo momento que Google SketchUp es una aplicación sencilla y fácil de aprender a manejar, que las herramientas utilizadas han sido suficientes para la realización de los ejercicios propuestos y que, concretamente, la barra “vistas” le ayuda a la comprensión espacial de los ejercicios.

- Eficiencia. Valor promedio 3,85 sobre 5,00

La rapidez con que el alumno aprende a manejar Google SketchUp y a sentirse capaz de aprenderlo sin ayuda del profesor indican que nos encontramos frente a una aplicación eficaz, dado que la mayoría (80%) no había usado previamente un programa de estas características.

- Satisfacción. Valor promedio 3,85 sobre 5,00

El alumno muestra su conformidad respecto a la utilización de Google SketchUp calificándolo como una herramienta útil para mejorar su visión espacial, valorando positivamente que sea multiplataforma y considera que puede ayudarle al desempeño de sus estudios, por lo que lo recomendaría a otros compañeros.

A los participantes también se les pasó un cuestionario (Tabla 80) con la idea de encontrar mejoras futuras para el taller. Estas preguntas se respondían con si o no.

TABLA 80: CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE MEJORAS FUTURAS PARA EL TALLER 3D

Nº	Pregunta	Resultado (% de Sí)
1	Creer que el uso de herramientas 3D puede mejorar tu atención y motivación para el estudio de los contenidos de las asignaturas de Expresión Gráfica.	95%
2	¿Crees adecuado impartir cursos intensivos a los estudiantes para mejorar los conocimientos sobre los nuevos medios infográficos aplicados al Dibujo Técnico?	80%
3	¿Habrías preferido realizar los ejercicios de este curso en formato papel?	17%
4	Realizarías otro curso similar, desarrollado con otras tecnologías como la Realidad Aumentada.	86%
5	¿Crees que la realización de cursos como este, puede influenciar en tu percepción del Dibujo Técnico?	81%
6	¿Crees que la realización de cursos como este, podría influenciar en la elección de asignaturas optativas?	75%
7	¿Crees que la realización de cursos como este, podría influenciar en la elección de tus estudios?	55%
8	¿Crees que el tiempo invertido en la realización de este curso ha estado bien aprovechado en relación a lo aprendido y el tiempo empleado?	81%

Una vez finalizado el Taller de Modelado 3D, y a la vista de los resultados obtenidos en las encuestas de satisfacción, se puede concluir que:

En respuesta a la hipótesis 1:

- Los resultados de las encuestas destinadas a medir la usabilidad del Taller de modelado 3D utilizando Google SketchUp, con un valor promedio de usabilidad de 3,77 sobre 5.00 (eficacia 3,81, eficiencia 3,65, satisfacción 3,75), ponen de

manifiesto que se puede validar, y por lo tanto incorporar la experiencia como herramienta de innovación docente acorde con los propósitos del Espacio Europeo de Educación Superior.

- La aplicación SketchUp es una aplicación de modelado 3D de acceso libre y gratuito que arroja unos elevados valores en cuanto a su usabilidad a nivel académico, con un valor promedio de 3,89 sobre 5.00 (eficacia 3.95, eficiencia 3.81, satisfacción 3.85)

En respuesta a la hipótesis 2:

- El estudiante acoge con alto grado de satisfacción (3.85) la incorporación de nuevas aplicaciones gráficas en su proceso de aprendizaje. Casi el todos los alumnos (95%) indican que el uso de estas herramientas y ejercicios mejoran su motivación e interés por la asignatura.
- Más del 80% de los alumnos prefieren realizar los ejercicios en el formato con modelos 3D, frente al modelo clásico de ejercicios en papel y consideran que han aprovechado el tiempo dedicado al aprendizaje de estos contenidos.



3.16 Uso de distintas tecnologías para el Taller 3D. Bellas Artes (sept. 2011).

Introducción y objetivos

Tras decidir buscar alternativas digitales a los modelos corpóreos de aluminio utilizados en la práctica 1.1, se realiza un análisis de distintas opciones tecnológicas que permitan una manipulación con las manos lo más cercana a la manipulación de objetos reales. A estas tecnologías, las designaremos como interfaces tangibles, por esa característica de interacción táctil con modelos tridimensionales.

Estudiadas y analizadas distintas opciones, se decide por la manipulación de modelos 3D en Realidad Aumentada utilizando marcas impresas y por la manipulación directa sobre pantallas de dispositivos con tecnología multitouch, de modelos 3D en visualizadores multimedia.

Una vez elegidas esa dos opciones, se pretende valorar en campo, la experiencia de alumnos utilizándolas. Por tanto, se planifica una sesión en la que se realice una comparativa entre los modelos corpóreos, que se pretenden sustituir, los modelos 3D en Realidad Aumentada sobre ordenador y los modelos 3D visualizados en Tablet Digitales.

Contexto educativo

Esta experiencia se realiza en el curso 2011-2012, en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna, dentro de la asignatura Sistemas de Representación. Esta asignatura pertenece al 2º curso del Grado en Bellas Artes y se imparte en el primer cuatrimestre. La coordinación se ha llevado a cabo con la profesora de la asignatura Sistemas de Representación, María Dolores del Castillo Cossío.

El aula en la que se ha realizado esta experiencia es el Aula de Dibujo. Han participado un total de 33 estudiantes (12 hombres y 21 mujeres) con una media de edad de 23,55 años.

Diseño Instruccional

Los materiales utilizados y las herramientas de hardware y software se presentan según la tecnología utilizada:

1) Modelos Corpóreos de aluminio

Juegos de 6 piezas diferentes de aluminio con sus caras pintadas del maletín M14 (lote 14A) de la empresa Maditeg (Maditeg, 1997).

2) Realidad Aumentada

Se utilizaron cámaras web Logitech en ordenador portátil (propiedad de los alumnos) y un visualizador gratuito de Realidad Aumentada. Se diseñaron los modelos tridimensionales en Realidad Aumentada de las 6 piezas de aluminio de Maditeg. Primero han sido modeladas en Google SketchUp 8 en su versión gratuita y luego se han generado los ficheros de Realidad Aumentada con el plugin AR-media para Google SketchUp de Inglobe Technologies. Para poder visualizar los ficheros de Realidad Aumentada, se utiliza el visor gratuito AR-media Player.

3) Tablet Digital

Se utilizaron las Tablet Digital, modelo iPad de Apple©. Se diseñaron los modelos tridimensionales de las 6 piezas de aluminio de Maditeg. Primero han sido modeladas en Google SketchUp 8 (versión gratuita) y luego se han generado los ficheros para dispositivos móviles en el programa Autodesk© Inventor Publisher 2012. Para visualizarlo y manipularlo en la Tableta Digital (iPad) utilizamos la app gratuita Inventor® Publisher Mobile Viewer, disponible para iOS y Android.



IMAGEN 42: VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS DIGITALES A LOS MODELOS CORPÓREOS (BBAA, 2011)

Cada alumno tiene que dibujar sobre láminas A4 las vistas normalizadas de seis modelos tridimensionales (Imagen 43). Dos de ellos los realizarán a partir de modelos corpóreos, otros dos a partir de modelos en realidad aumentada y los últimos dos utilizando las Tablet Digital (iPad).

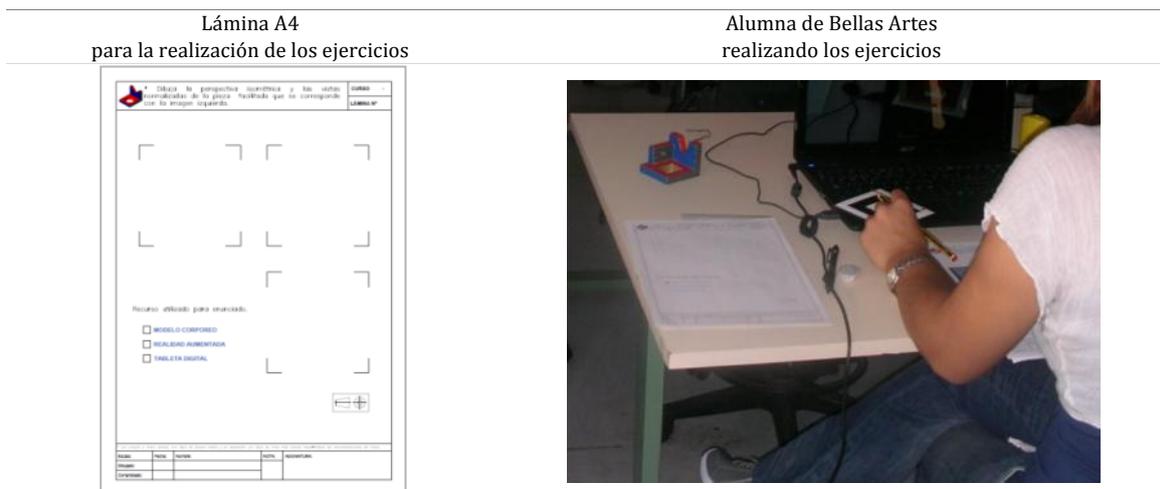


IMAGEN 43: LÁMINA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS EJERCICIOS DE LA COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS

Finalmente, tras la realización de los seis ejercicios con las tres opciones (modelos corpóreos, realidad aumentada y tabletas digitales), los participantes realizan un cuestionario.

El cuestionario persigue dos objetivos:

- 1) Valorar de manera global la tecnologías empleadas y,
- 2) Valorar su opinión sobre los contenidos utilizados.

Se utiliza una escala de 0 a 9 para la valoración global de la tecnología y una escala de Likert tipo smile para valorar su opinión sobre los contenidos. En la valoración global se les pidió que evaluaran de manera global las tecnologías empleadas en los ejercicios realizados en una escala de 0 a 9 (siendo 0 = MUY NEGATIVA y 9 = MUY POSITIVA). Su opinión sobre los contenidos utilizados se articuló en torno a tres preguntas:

1. El uso de la Realidad Aumentada /modelos corpóreos /modelos 3D en Tabletás Digitales ha hecho que haya prestado más atención en esta sesión de clase que si no la utilizara.
2. El uso de Realidad Aumentada /modelos corpóreos /modelos 3D en Tabletás Digitales en esta sesión de clase me ha parecido útil e interesante.
3. Mover los modelos 3D de las piezas a representar utilizando la pantalla de la Tableta Digital/ Realidad Aumentada me ha resultado sencillo.

Análisis de los datos y conclusiones

1) Valoración Global

La **Tabla 81** detalla los valores medios de la valoración global de las tecnologías utilizadas realizada por los participantes en este estudio.

TABLA 81: VALORES MEDIOS DE LA VALORACIÓN GLOBAL (DESVIACIÓN TÍPICA); (BBAA, 2011)

INTERFAZ	N=33
MODELOS CORPÓREOS	8,00 (1,30)
REALIDAD AUMENTADA	6,24 (1,56)
TABLETAS DIGITALES	7,45 (1,23)

2) Valoración sobre los contenidos utilizados.

La **Tabla 82** resume los valores medios de la encuesta de opinión sobre los contenidos utilizados.

TABLA 82: RESUMEN VALORES MEDIOS DE LA VALORACIÓN LOS CONTENIDOS UTILIZADOS (BBAA, 2011)

	MODELOS CORPÓREOS	REALIDAD AUMENTADA	TABLETAS DIGITALES
Más Atención	3,82	3,60	4,00
Útil e Interesante	4,15	3,70	4,20
Facilidad Uso	-	3,50	4,00

Se aprecia que el uso de modelos corpóreos en estudiantes de Bellas Artes es muy habitual y, por lo tanto, los alumnos lo valoran con mayor puntuación frente a las tecnologías digitales (**Tabla 81**).

Sin embargo, cabe resaltar (**Tabla 82**) que al preguntar por su opinión específica en algunos aspectos de estas tecnologías, consideran que las tabletas digitales les ayudan a mejorar su atención y las consideran útiles e interesantes por encima de los propios modelos corpóreos.

De la experiencia realizada se obtienen las siguientes conclusiones:

- 1) La sustitución de modelos corpóreos por modelos digitales 3D, tanto en realidad aumentada como en tabletas digitales, parece viable y está bien valorada.
- 2) La utilización de las Tabletás Digitales es la más valorada y puede ser la tecnología que más motive para utilizar como alternativa a los modelos corpóreos, en la práctica 1.1 del Taller.

Como planteamiento futuro, se propone valorar la posibilidad de dar como alternativa, el disponer de modelos 3D en Realidad Aumentada sobre Tabletas Digitales, aunando de esta forma las tecnologías alternativas, que han sido tan bien valoradas por los alumnos que han realizado esta experiencia.



3.17 Diseño y publicación del Libro del Taller 3D.

Introducción y objetivos

A partir de la evaluación de los materiales en las experiencias realizadas para su validación, se detecta la necesidad de disponer de formatos de divulgación de los contenidos diseñados para el Taller 3D.

Además de realizar el aula virtual, para utilizarla como soporte en las experiencias en centros educativos que disponían de aula de informática y conexión a internet, se optó por publicar el libro: “Tecnologías Gráficas Avanzadas aplicadas al Análisis de las Formas y su Representación. Taller de Modelado mediante el uso de ejercicios en papel, software 3D y Realidad Aumentada”, (ISBN: 978-84-615-4618-3), en el que junto con el formato en papel del taller se dispone de un dispositivo electrónico (tarjeta usb) con los contenidos digitales, incluido el fichero de Moodle para crear el aula virtual en cualquier campus virtual.

De esta forma, facilitando el libro a los centros educativos, se permite distribuir los contenidos del taller, aunque no se tenga acceso a internet para trabajar con el aula virtual (como sucedió en la Facultad de Bellas Artes).

Los contenidos impresos de este formato del taller, se adjuntan en el apartado de Anexos.



1. Introducción
2. Descripción del Taller
3. Fase de Iniciación
 - a. Práctica 1.1: Modelos corpóreos
 - b. Práctica 1.2: Perspectivas
4. Fase de perfeccionamiento
 - a. Práctica 2.1: Vistas Normalizadas
5. Piezas de Realidad Aumentada
6. Contenidos digitales
 - a. Software necesario
 - b. Video-tutoriales
 - c. Taller en láminas A4 en pdf
 - d. Taller en ficheros SketchUp (3D)
 - e. Ficheros para Realidad Aumentada
 - f. Anexos
7. Anexos: Ejercicios en láminas A4



3.18 Taller 3D: Curso en CEP La Laguna (octubre 2011).

Introducción y objetivos

Como colofón al proceso que culmina en la edición del libro “*Tecnologías Gráficas Avanzadas aplicadas al Análisis de las Formas y su Representación. Taller de Modelado mediante el uso de ejercicios en papel, software 3D y Realidad Aumentada*”, se decide realizar su presentación ante profesores no universitarios de ramas a las que el

Taller 3D puede servir de recurso didáctico.

Para ello, se contacta con el Centro de Profesorado (CEP) de La Laguna, con el que el grupo de investigación DEHAES ha colaborado anteriormente en varias acciones formativas.

La realización de este curso, persigue varios objetivos:

- 1) Divulgar el Taller 3D entre profesores de enseñanzas no universitarias, explicando el trabajo realizado hasta la fecha en torno al diseño y validación de los contenidos del Taller 3D y presentando el libro: “*Tecnologías Gráficas Avanzadas aplicadas al Análisis de las Formas y su Representación*”.
- 2) Realizar la comparativa entre interfaces tangibles (modelos 3D en Realidad Aumentada para ordenador y modelos 3D en visualizador multimedia para Tablet Digital), como opciones digitales a los modelos corpóreos de aluminio de la práctica 1.1.
- 3) Obtener datos de opinión de los contenidos del Taller 3D, por parte de los profesores. Para ello, se realizan los 150 ejercicios del Taller.
- 4) Ofrecer propuestas de colaboración entre los profesores asistentes que puedan tener interés en la línea de trabajo presentada.

Contexto educativo

El lugar donde se realiza la experiencia práctica es el Centro de Especialización del Profesorado (CEP) de La Laguna. La coordinación se ha llevado a cabo con la asesora de secundaria en el ámbito científico técnico, Dña. Francisca Medina Trujillo, quien es la persona que divulga la propuesta y coordina la marcha del curso a lo largo de su desarrollo. También se cuenta con la participación de D. Juan A. Chico García (asesor TIC del CEP de La Laguna), dando el soporte técnico que necesita el desarrollo de una actividad de este tipo: instalación de software: (SketchUp y Armedia Player,) y hardware (instalación de varias webcam), así como todos los elementos de presentación multimedia (pizarra digital, proyectores,..).

El aula donde se ha realizado esta experiencia está designada con el nombre de Timanfaya y dispone de 25 puestos con ordenador. Los participantes han sido 17 profesores de enseñanza secundaria, formación profesional y enseñanzas artísticas. La edad media de los participantes es de 43,12 años.

Diseño Instruccional

Este curso contempla dos propuestas prácticas (comparativas de interfaces y realización de los ejercicios del taller) con similares características a experiencias anteriores. Para la presentación, se opta por realizar un curso de 20 horas (12 h presenciales y 8 h virtuales),.



IMAGEN 44: PROFESORES UTILIZANDO LOS MATERIALES DEL TALLER 3D (CEP LA LAGUNA, 2011)

Análisis de los datos y conclusiones

1) Valoración Global de la comparativa de interfaces

La **Tabla 83** detalla los valores medios de la valoración global de las tecnologías utilizadas realizada por los participantes en este estudio.

TABLA 83: VALORES MEDIOS DE LA VALORACIÓN GLOBAL (DESVIACIÓN TÍPICA); (CEP LA LAGUNA, 2011)

INTERFAZ	N=17
Modelos Corpóreos	8,06 (1,39)
Realidad Aumentada	8,47 (0,72)
Tabletas Digitales	8,71 (0,47)

2) Valorar su opinión sobre los contenidos utilizados.

La **Tabla 84** resume los valores medios de la encuesta de opinión sobre los contenidos utilizados.

TABLA 84: RESUMEN VALORES MEDIOS DE VALORACIÓN DE LOS CONTENIDOS UTILIZADOS (CEP LA LAGUNA, 2011)

	MODELOS CORPÓREOS	REALIDAD AUMENTADA	TABLETAS DIGITALES
Más Atención	3,99	4,90	4,90
Útil e Interesante	4,06	4,90	4,90
Facilidad Uso	-	4,65	4,70

Con respecto a los objetivos marcados para esta actividad, se puede concluir en lo siguiente:

- 1) La experiencia realizada, se presenta como un mecanismo muy eficiente de divulgación, dado que se cuenta con la asistencia del profesorado más interesado y al que el contenido del Taller puede ser más útil (profesores de dibujo, tecnología, formación profesional y enseñanzas artísticas).

- 2) Las tecnologías alternativas (RA y Tabletas Digitales) a los modelos corpóreos de aluminio de la práctica 1.1, tienen gran aceptación entre el profesorado.
- 3) El Taller 3D, ha resultado una herramienta de gran interés por parte del profesorado asistente, valorándolo de forma muy positiva, según datos de la encuesta de satisfacción (4,3 sobre 5).
- 4) Se consigue la colaboración con el profesor D. Víctor M. García García, coordinador TIC y profesor de secundaria en la especialidad de dibujo.



3.19 Uso de tecnologías para el Taller 3D. IES La Laboral (diciembre 2011).

Introducción y objetivos

Dentro de la búsqueda de interfaces gestuales y tangibles como alternativas digitales a los modelos corpóreos de aluminio utilizados en la práctica 1.1 del taller se realiza una nueva experiencia igual a la realizada, en septiembre de 2011, en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna, pero ahora con alumnos de 4º de la ESO, dentro de la asignatura Tecnología.

Entre los contenidos de Tecnología de ESO están los referidos a los sistemas de representación, incluyendo las vistas normalizadas. En esta asignatura se contempla el trabajo en base a proyectos y por tanto, el uso de las vistas normalizadas se explica en las primeras sesiones de las clases. Por otro lado, en la asignatura de Expresión Plástica y Visual también tiene entre sus contenidos, las vistas normalizadas. Esa coincidencia de contenidos en dos asignaturas de un mismo curso, es uno de los motivos por los que los departamentos de dibujo y tecnología suelen tener una acción educativa coordinada.

Contexto Educativo.

La experiencia se realiza en el IES La Laboral de La Laguna con 12 alumnos de 4º de la ESO en colaboración con la profesora de Tecnología, Merfat Amín Rafat Goushesh. El aula utilizada es uno de las dos Aula-Taller de Tecnología disponibles en el IES La Laboral. Este aula dispone de una zona para trabajo práctico de Taller y de otra zona para trabajo teórico, donde se lleva a cabo la experiencia de comparativa de tecnologías.



Zona del Aula-Taller donde se realiza la experiencia



Realización de ejercicio a partir de modelo de aluminio



Realización de ejercicio a partir de Tableta Digital



Realización de ejercicio a partir de Realidad Aumentada

IMAGEN 45: ESCENAS DE LA EXPERIENCIA DE COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS (IES LA LABORAL, 2011)

Esta experiencia con alumnos de 4º de ESO, es similar a la descrita en el apartado 3.16 con alumnos de Bellas Artes. Por tanto, los aspectos referidos al hardware, software, instrucción y medida, son exactamente iguales.

Análisis de los datos y conclusiones

1) Valoración Global

La **Tabla 85** detalla los valores medios de la valoración global de las tecnologías utilizadas realizada por los participantes en este estudio.

TABLA 85: VALORES MEDIOS DE LA VALORACIÓN GLOBAL (DESVIACIÓN TÍPICA); (IES LA LABORAL, 2011)

INTERFAZ	N=12
MODELOS CORPÓREOS	6,58 (1,44)
REALIDAD AUMENTADA	7,50 (1,68)
TABLETAS DIGITALES	8,50 (0,80)

2) Valoración sobre los contenidos utilizados.

La **Tabla 86** resume los valores medios de la encuesta de opinión sobre los contenidos utilizados.

TABLA 86: RESUMEN VALORES MEDIOS DE LA VALORACIÓN LOS CONTENIDOS UTILIZADOS (IES LA LABORAL, 2011)

	MODELOS CORPÓREOS	REALIDAD AUMENTADA	TABLETAS DIGITALES
Más Atención	3,92	4,20	4,60
Útil e Interesante	3,08	3,90	4,40
Facilidad Uso	-	3,80	4,20

De la experiencia realizada se obtienen las siguientes conclusiones:

- 1) La sustitución de modelos corpóreos por ficheros digitales, tanto en realidad aumentada como en tabletas digitales, parece viable y está bien valorada por los alumnos de 4º de ESO.
- 2) Los alumnos participantes tienen una ligera preferencia por la manipulación de modelos virtuales en tabletas digitales antes que en realidad aumentada.



3.20 Análisis y valoración de distintas interfaces tangibles.

Introducción y objetivos

De acuerdo a las tres experiencias realizadas sobre valoración de diferentes interfaces: 1) Bellas Artes (apartado 3.16), 2) CEP de La Laguna (apartado 3.18) y, 3) IES La Laboral (apartado 3.19), se hace un análisis y valoración global de estas tres experiencias en conjunto.

TABLA 87: PARTICIPANTES EN LAS EXPERIENCIAS OBJETO DE ANÁLISIS Y VALORACIÓN

Centro educativo	Asignatura	Hombres	Mujeres	Total	Edad media
2º BBAA	Sistemas de Representación	12	21	33	23,55
4º ESO (IES Laboral)	Tecnología	9	3	12	15,24
Profesores (CEP)	Dibujo, Tecnología, Enseñanzas Artísticas	5	12	17	43,12
TOTAL		26	36	62	

Metodología

Recordando lo explicado en el apartado 3.16, donde se explica la experiencia, después de utilizar las tecnologías alternativas (RA y Tabletas Digitales), según la instrucción detallada en dicho apartado, todos los participantes realizan un cuestionario con la finalidad de:

- 1) Valorar de manera global las tecnologías empleadas.
- 2) Valorar específicamente las alternativas digitales empleadas, en torno a tres parámetros: a) mejora de la atención en clase, b) utilidad, c) facilidad de uso (Tabla 88, Tabla 89 y Tabla 90)

Para la valoración global se utilizó una escala de 0 a 9 (0=muy negativa, 9= muy positiva).

Para la valoración específica de las tecnologías empleadas en este estudio se facilitó un cuestionario con una escala de 1 a 5 tipo Likert, tipo smile.

TABLA 88: PREGUNTA SOBRE MEJORA DE ATENCIÓN EN CLASE

I	El uso de la Realidad Aumentada/ modelos 3D en Tabletas Digitales ha hecho que haya prestado más atención en esta sesión en clase que si no la utilizara (Ítems 1 y 2)					
		nada de atención	poco menos de atención	como siempre	algo más de atención	mucha más atención

TABLA 89: PREGUNTA SOBRE UTILIDAD E INTERÉS DE LAS TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

II	El uso de la Realidad Aumentada/ modelos 3D en Tabletas Digitales en este taller me ha parecido útil e interesante (Ítems 3 y 4)					
		poco	regular	algo	bastante	mucho

TABLA 90: PREGUNTA SOBRE FACILIDAD DE USO DE LAS TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

III	Mover los modelos 3D de las piezas a representar utilizando la Realidad Aumentada/la pantalla de la Tableta Digital me ha resultado sencillo (Ítems 5 y 6)					
		bastante complicado	algo complicado	normal	Bastante sencillo	Muy sencillo

Análisis de datos y conclusiones

1) Valoración Global

En la **Tabla 91**, se detallan los valores medios de la valoración global realizada por los tres grupos de participantes.

TABLA 91: RESULTADOS CUESTIONARIO VALORACIÓN GLOBAL (DESVIACIÓN TÍPICA)

Tecnología	Bellas Artes	4º ESO	Profesores	Total
	N=33	N=12	N=17	N=62
Modelos Corpóreos	8,00 (1,30)	6,58 (1,44)	8,06 (1,39)	7,74 (1,45)
Realidad Aumentada en PC	6,24 (1,56)	7,50 (1,68)	8,47 (0,72)	7,01 (1,70)
Tabletas Digitales	7,45 (1,23)	8,50 (0,80)	8,71 (0,47)	8,00 (1,15)

Los datos de los 62 participantes reflejan una valoración positiva de los modelos físicos y de su versión digital, tanto en realidad aumentada como en Tabletas Digitales, siempre con valores entre 7 y 9.

Para valorar cuál de las dos tecnologías alternativas es mejor valorada por los participantes, se realiza una prueba t-Student. Se parte de la hipótesis nula (H0): “la valoración de las tecnologías alternativas a los modelos físicos es similar” y se obtiene un p-valor que representa la probabilidad de que dicha afirmación sea cierta.

TABLA 92: DETERMINACIÓN GLOBAL DEL P-VALOR DE LA COMPARATIVA

Comparativa RA/Tabletas Digitales	Valoración		p-valor
	R.A.	Tabletas	
Valoración Global	7,10	8,00	6,01279E-11

El p-valor obtenido, 6,01279E-11 es menor que 0,01, es decir, el nivel de significación no llega al 1% (**Tabla 92**), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se puede afirmar con un nivel de significación superior al 99% que la valoración media de las dos tecnologías es significativamente distinta, y que existe una preferencia por las Tabletas Digitales frente a la Realidad Aumentada.

Si se realiza el mismo análisis en cada uno de los entornos educativos que han participado en la prueba (**Tabla 93**):

TABLA 93: DETERMINACIÓN POR ENTORNO EDUCATIVO DEL P-VALOR DE LA COMPARATIVA

Comparativa RA/Tabletas Digitales	Valoración		p-valor
	R.A.	Tabletas	
Bellas Artes	7,10	8,00	6,01279E-11
4º ESO	7,50	8,50	0,013
Profesores	8,47	8,71	0,020

Los estudiantes de Bellas Artes prefieren las Tabletas Digitales (7,45) a la Realidad Aumentada (6,24). El p-valor obtenido, 9,78039E-11 es menor que 0,01, por lo tanto se puede afirmar que existe una preferencia por las Tabletas Digitales frente a la Realidad Aumentada con un nivel de significación superior al 99%.

En el caso de los estudiantes de 4º de ESO, sin embargo, la diferencia entre la valoración de la Realidad Aumentada (7,50) y las Tabletas Digitales (8,50) no es estadísticamente significativa.

2) Valoración Específica

La **Imagen 46** recoge los resultados (valores medios de los 62 participantes) del cuestionario sobre valoración específica de las tecnologías empleadas en el taller:

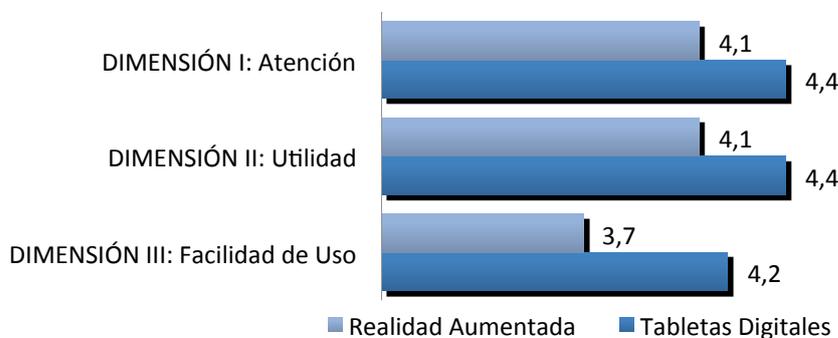


IMAGEN 46: RESULTADOS CUESTIONARIO VALORACIÓN ESPECÍFICA: VALORES MEDIOS

En las tres dimensiones analizadas (mejora de la atención en clase, utilidad y facilidad de uso) se obtienen valores superiores a 4,00, con la excepción de la facilidad de uso de la realidad aumentada, que presenta un valor de 3,7. La realidad aumentada arroja valores inferiores a las tabletas en todos los casos.

Los resultados del cuestionario de valoración específica en cada uno de los entornos educativos se muestran en la **Imagen 47** e **Imagen 48**.

Los estudiantes de Bellas Artes son los que valoran peor, en ambos casos, las tecnologías alternativas a los modelos físicos. En comparación con los alumnos de Bellas Artes, los resultados de la valoración específica de las nuevas tecnologías de los alumnos de 4º de la ESO arrojan unos valores superiores en relación a los ítems analizados. En ambos colectivos, las tabletas digitales siempre obtienen una mejor valoración.

El profesorado es el que valora más positivamente estas nuevas tecnologías, aventajando las tabletas digitales a la realidad aumentada solo en términos de facilidad de uso. En el resto de los ítems analizados, la mejora de atención y la utilidad, la valoración es la misma (4,9 en ambos casos).

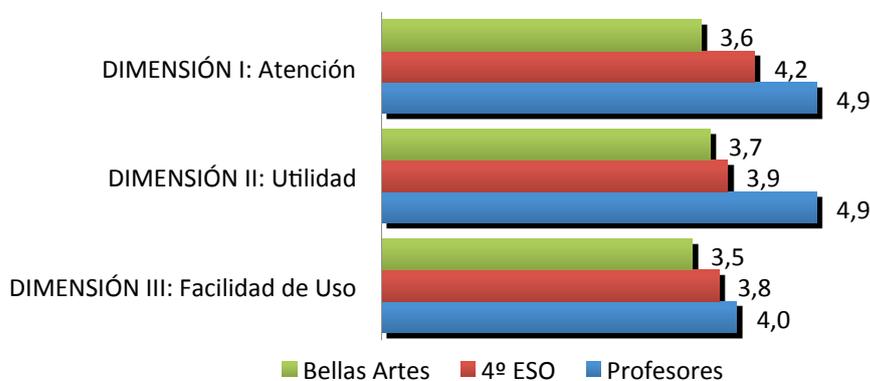


IMAGEN 47: RESULTADOS VALORACIÓN RA EN PC, SEGÚN ENTORNOS EDUCATIVOS

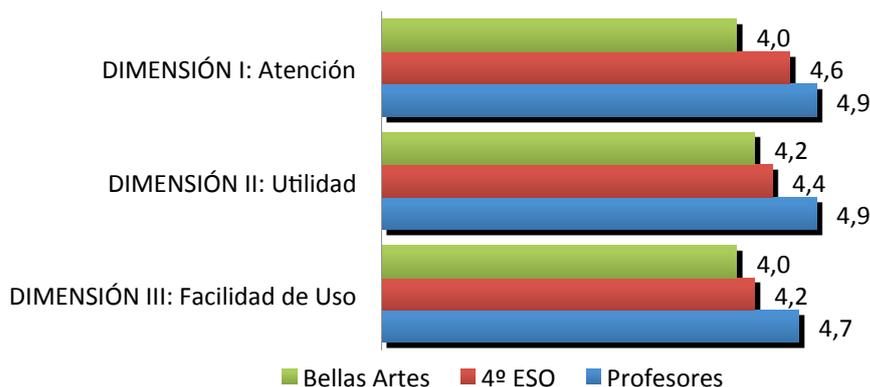


IMAGEN 48: RESULTADOS VALORACIÓN TABLETAS DIGITALES, SEGÚN ENTORNOS EDUCATIVOS

La experiencia realizada permite extraer las siguientes conclusiones:

- 1) Las dos tecnologías utilizadas como alternativa a los modelos físicos, la Realidad Aumentada y Tabletás Digitales, han sido valoradas positivamente por todos los usuarios, con valores medios de 7,10 y 8,00 (sobre 9). Existe una preferencia estadísticamente significativa por las tabletas digitales en cuanto a su valoración global.
- 2) Analizando cada uno de los colectivos que han participado en el estudio, esta preferencia por las tabletas digitales no se aprecia en los alumnos de 4º de la ESO y en el sector del profesorado, quienes valoran ambas tecnologías digitales de forma similar.
- 3) En términos de valoración específica, las tres variables analizadas (mejora de la atención en clase, utilidad y facilidad de uso) obtienen valores superiores a 4 (sobre 5), salvo en relación a la facilidad de uso, donde la realidad aumentada obtiene una valoración inferior a 4 (3,66).

Se puede destacar además que la metodología propuesta tiene utilidad en otros contextos distintos a los de la representación normalizada y la comprensión del espacio tridimensional. La utilización de modelos tridimensionales se usa habitualmente en otros ámbitos educativos, por ejemplo, en la enseñanza de la química (estructuras moleculares), en biología, en artes plásticas, etc. Por tanto, a partir de este momento, se estudia el desarrollo de nuevas aplicaciones de esta tecnología en otros contextos: libros aumentados, enseñanza del Análisis de las Formas y su Representación y contenidos del ámbito técnico.



3.21 Taller 3D: mejora del aprendizaje. Ingeniería 2011-2012.

Introducción y objetivos

Esta acción consistió en realizar un curso de mejora de las habilidades espaciales en dos formatos, papel y ordenador para valorar, por un lado el nivel de los alumnos y por otro determinar qué sistema ofrece mejores resultados. Se desarrolló dentro del proyecto de innovación educativa de la Universidad de La Laguna: “Tablet-Viz: Taller de mejora de las relaciones espaciales sobre iPad”.

Contexto educativo.

En total han participado en esta actividad 141 alumnos de los grados de Ingeniería Informática e Ingeniería Agraria de la Universidad de La Laguna. De ellos, 61 han realizado el taller en papel y 80 en el formato de PC.

Diseño Instruccional

Se midieron las habilidades espaciales de los alumnos tanto antes como después del taller. Como instrumento de medición, se decidió utilizar, en lugar de los test habituales (DAT y MRT), ejercicios de la prueba de acceso a la universidad (PAU) que tienen que ver con vistas normalizadas y perspectivas isométricas. Debido a la estrecha relación que hay entre estos dos conceptos, se obtenía a la vez una medición de los conocimientos e indirectamente un valor para la mejora de las habilidades espaciales. Los valores obtenidos por los alumnos antes de realizar el taller quedan reflejados en la **Tabla 94**.

TABLA 94: RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS EJERCICIOS DE PAU, ANTES DE LA REALIZACIÓN DEL TALLER

	Ejercicio Obtención de Vistas (% resueltos correctamente)	Ejercicio dibujar Perspectiva (% resueltos correctamente)
Papel (61 alumnos)	51%	39%
Modelado 3D (80 alumnos)	50%	41%

Se aprecia que los dos grupos escogidos obtienen unos valores medios de habilidades espaciales muy parecidos. Los alumnos tienen que realizar el Taller 3D descrito en este apartado. Se dividen en dos grupos. El primero de ellos realiza el taller mediante la aplicación SketchUp sobre PC y el otro grupo realiza los mismos ejercicios pero sobre láminas de papel (**Imagen 49**).

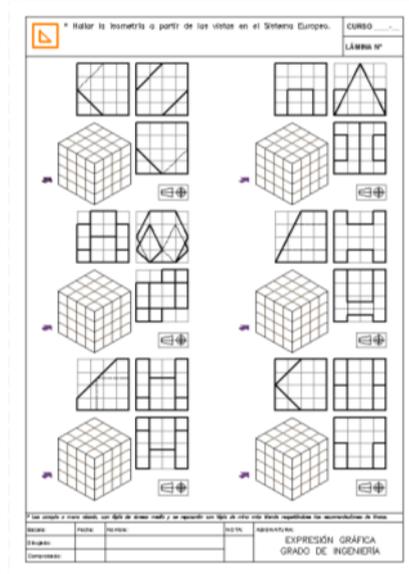
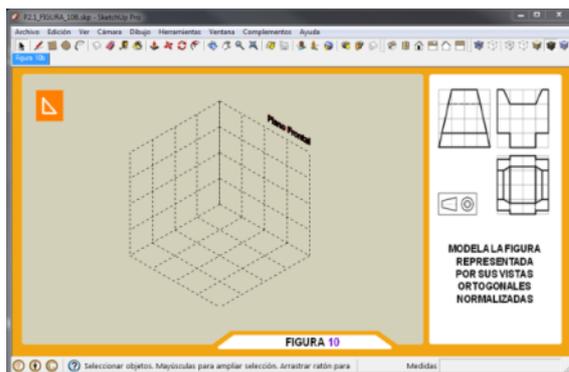
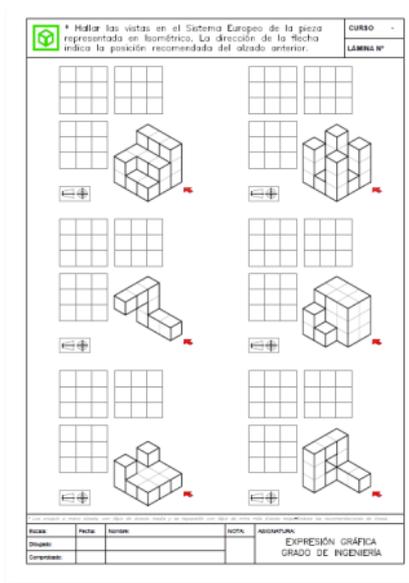
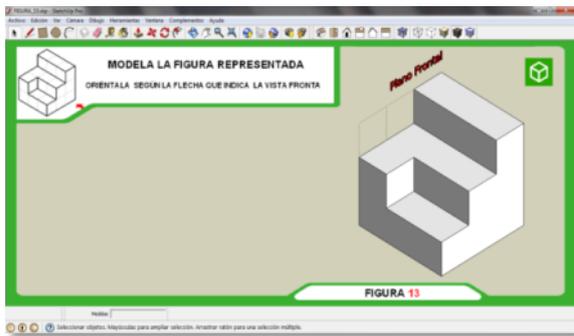


IMAGEN 49: EJEMPLOS DE LOS EJERCICIOS DEL TALLER, EN FORMATO DIGITAL Y FORMATO PAPEL

Análisis de datos y conclusiones.

Una vez finalizada la prueba se les pasó de nuevo otro ejercicio de las pruebas de acceso a la Universidad (PAU), con el fin de determinar la mejora de las habilidades espaciales y ver la influencia del formato del curso en el resultado. Los resultados de los alumnos después de realizar los talleres se reflejan en la **Tabla 95**.

TABLA 95: RESULTADOS OBTENIDOS DESPUÉS DE LA REALIZACIÓN DEL TALLER

	Ejercicio Obtención de Vistas (% resueltos correctamente)	Ejercicio dibujar Perspectiva (% resueltos correctamente)
Papel (61 alumnos)	77%	66%
Modelado 3D (80 alumnos)	79%	68%

Por lo tanto la mejora obtenida después de la realización del Taller es la que se refleja en la **Tabla 96**.

TABLA 96: MEJORA OBTENIDA DESPUÉS DE LA REALIZACIÓN DEL TALLER

	Ejercicio Obtención de Vistas (% de mejora)	Ejercicio dibujar Perspectiva (% de mejora)
Papel (61 alumnos)	26%	26%
Modelado 3D (80 alumnos)	29%	26%

Con los resultados obtenidos, podemos concluir que los dos formatos de taller tienen la misma influencia en la mejora de las habilidades espaciales de los alumnos.

Como conclusiones, podemos decir que:

1. El taller de análisis de las formas, proporciona una mejora sustancial del aprendizaje de los alumnos (26% de mejora) independientemente del formato en el que se realice (papel o modelado 3D).
2. Existe un 13 % de alumnos, que pese a haber realizado el taller anterior no consigue mejorar su aprendizaje.



3.22 Diseño para la implantación en el entorno virtual del Gobierno de Canarias.

Introducción y objetivos

En los contenidos de Bachillerato incluidos en la materia de modalidad Dibujo Técnico se encuentran los Sistemas de Representación que son una parte fundamental dentro del currículo y prácticamente contenido único de la Prueba de Acceso a la Universidad (PAU). Por este motivo se decide utilizar el Taller 3D dentro del Departamento de Artes Plásticas y Dibujo del IES Manuel Martín González de Guía de Isora (Tenerife) como recurso para preparar dicha prueba.

EL centro cuenta con un sistema EVA (Entorno Virtual de Aprendizaje) proporcionado por la Consejería de Educación (EVAGD) del Gobierno de Canarias.

Criterios de diseño.

Se pretende implementar el Taller 3D diseñado en su formato de Aula Virtual (Moodle), en el entorno EVAGD de la Consejería de Educación. En coordinación con el profesor Víctor M. García García se procede a contactar con los técnicos de dicho entorno para integrar el Taller 3D en el entorno virtual del centro.

Se comprueba que la instalación del Taller 3D ha sido compatible con el entorno de la Consejería de Educación y se puede integrar sin problemas dentro de la enseñanza formal de un centro de educación secundaria, pudiendo generalizar su uso en cualquier otro centro. Una vez instalado este Taller se utiliza como herramienta educativa para preparar a 16 alumnos de bachiller para la PAU del curso 2011-2012.



3.23 Diseño del Taller 3D para Realidad Aumentada en dispositivos móviles.

Introducción y objetivos

El grupo DEHAES disponía de varias aplicaciones para generar contenidos en realidad aumentada, entre ellas ARmedia con la que se realizan los únicos contenidos del taller en realidad aumentada para ordenador. Sin embargo, ninguna aplicación permitía crear contenidos para dispositivos móviles. Por tanto, se decide estudiar las opciones existentes.

Criterios de diseño.

En el momento de la búsqueda de opciones se valoraron algunas aplicaciones (Meixner IT-Solutions GmbH, ViewAR, Junaio, Aruna,..), pero no cumplían los principales requisitos que se buscaban: facilidad de generación de contenidos y facilidad de implementación en contextos educativos.

Sin embargo, en marzo de 2012 los desarrolladores de Armedia ofrecen la posibilidad de generar contenidos en realidad aumentada para dispositivos iOS. Con la adquisición de la actualización con esa nueva posibilidad, se adaptan a este tipo de dispositivos móviles los contenidos de la práctica 1.1, que ya que estaban disponibles para ordenador, tal y como se ha descrito en el apartado 3.13. Actualmente los modelos de realidad aumentada generados con ARmedia para dispositivos móviles no permiten visualizar los contenidos de forma independiente utilizando capas. Esta es una limitación que en el caso de los contenidos de la práctica 1.1 no es relevante, pero sí lo será para contenidos en los que se quiera diferenciar, por ejemplo, el enunciado de la solución.

Con los contenidos de realidad aumentada creados para dispositivos móviles, se puede planificar una nueva actividad en la que realizar la comparativa entre las tecnologías que permiten manipular modelos 3D haciendo uso de interfaces tangibles en un mismo soporte: realidad aumentada y visualizadores 3D multimedia sobre tabletas digitales.



3.24 Comparativa de interfaces tangibles: Luther King (mayo 2012).

Introducción y objetivos

Como se ha visto en el apartado 3.20, al realizar la comparativa de interfaces tangibles, se proponía como trabajo futuro utilizar la realidad aumentada con soporte en tableta digital. Esto era debido a que la realidad aumentada se valoraba sobre ordenador y los modelos 3D interactivos sobre tableta digital. La diferencia de soporte podría estar influyendo en la opinión de los usuarios, por lo que se propone realizar una nueva comparativa de estas dos tecnologías utilizando únicamente tabletas digitales.

Debido a ello se realiza una actividad para valorar estas tecnologías usando una misma interfaz. Esta nueva experiencia se llevó a cabo en el colegio Luther King de La Laguna, donde ya se habían realizado experiencias y se había creado una línea de colaboración.

El objetivo de esta experiencia es la de realizar una comparativa de tecnologías gráficas avanzadas sobre un mismo tipo de dispositivo. Así, una actividad práctica con tabletas digitales en la que se manipulan con las manos modelos 3D, comparando el uso de la realidad aumentada y el del visualizador 3D multimedia, permite tener datos homologables en la opinión comparada de ambas tecnologías.

Contexto Educativo

Se realiza en el Colegio Luther King de La Laguna en coordinación con el Departamento de Ciencias, a través de D. Antonio González Torres. Esta es la primera experiencia práctica utilizando herramientas tecnológicas avanzadas con alumnos de primer curso de enseñanza secundaria obligatoria.

Esta actividad no necesitó de un aula específica. Se utilizó el aula de cada grupo de 1º de ESO con los que se realizó la actividad.

TABLA 97: ALUMNADO COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS SOBRE TABLETAS (LUTHER KING, 2012)

Centro educativo	Asignatura	Hombres	Mujeres	Total	Edad media
Colegio Luther King	Plástica y Visual 1º ESO	36	38	74	12,4

En cada sesión se desplazaban las tabletas digitales en una maleta con ruedas. Se utilizan 6 iPads 1 y 6 iPads 2. Para visualizar los modelos 3D en realidad aumentada se utiliza la app ARmedia Player para iOS (junto con una marca impresa necesaria) y para visualizar los modelos 3D manipulables en visualizador 3D multimedia, se utiliza la app Autodesk Inventor Publisher Mobile (IPM Viewer).

Diseño Instruccional

Dado que no se dispone de un iPad por alumno, se organiza la clase por grupos. A cada alumno se le facilita dos láminas de papel sobre las que tiene que representar las vistas normalizadas de dos figuras de entre seis modelos tridimensionales. Uno a partir de modelos visualizados utilizando IPM Viewer y otro utilizando el visualizador ARmedia que permite ver los modelos en Realidad Aumentada utilizando la marca impresa facilitada (Imagen 50 e Imagen 51).

Trabajando por grupos



Visualizando los modelos en RA (ARmedia Player) y con el visualizador 3D multimedia (IPM Viewer)



IMAGEN 50: ESCENAS COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS SOBRE TABLETAS DIGITALES (LUTHER KING, 2012)

Lámina para la realización de los ejercicios (cambiar por la autentica)

Alumnos de realizando las vistas normalizadas en la lámina A 4

<p>Dibuja la perspectiva isométrica y las vistas normalizadas de la pieza facilitada que se corresponde con la imagen izquierda.</p>		CURSO
		LECCIÓN Nº
Recurso utilizado para enunciado:		
<input type="checkbox"/> MODELO CORPORADO <input type="checkbox"/> REALIDAD AUMENTADA <input type="checkbox"/> TABLETA DIGITAL		
ESCUELA: _____ CURSO: _____ CONVOCATORIA: _____	NOMBRE: _____ APELLIDOS: _____	FECHA: _____ CALIFICACIÓN: _____

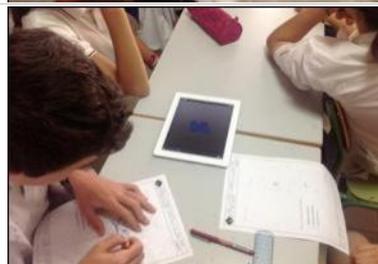


IMAGEN 51: FORMATO DEL EJERCICIO PARA LA COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS (LUTHER KING, 2012)

Después de finalizar las actividades se facilita a los participantes un cuestionario con dos objetivos:

1. valorar de manera global la tecnologías empleadas y,
2. valorar su opinión sobre los contenidos utilizados.

Se utilizó una escala de 0 a 9 para la valoración global de la tecnología y una escala de Likert tipo smile para valorar su opinión sobre los contenidos. En la valoración global se les pidió que evaluaran de manera global las tecnologías empleadas en los ejercicios realizados en una escala de 0 a 9, de 0 = MUY NEGATIVA a 9 = MUY POSITIVA. Su opinión sobre los contenidos utilizados se articuló entorno a tres preguntas:

- El uso de Realidad Aumentada en Tabletas Digitales / Visualizador 3D en Tabletas Digitales ha hecho que haya prestado más atención en esta sesión de clase que si no la utilizara (ítems 1 y 2).
- El uso de Realidad Aumentada en Tabletas Digitales / Visualizador 3D en Tabletas Digitales en esta sesión de clase me ha parecido útil e interesante (ítems 3 y 4).
- Mover los modelos 3D de las piezas a representar utilizando Realidad Aumentada en Tabletas Digitales / Visualizador 3D en Tabletas Digitales me ha resultado sencillo (ítems 5 y 6).

Análisis de datos y conclusiones

1) Valoración Global

La **Tabla 98** detalla los valores medios de la valoración global de las tecnologías utilizadas realizada por los participantes en este estudio.

TABLA 98: VALORES MEDIOS DE LA VALORACIÓN GLOBAL (DESVIACIÓN TÍPICA); (LUTHER KING, 2012)

INTERFAZ TANGIBLE	N=74
Realidad Aumentada	7,76
Tabletas Digitales	8,11

2) Valoración sobre los contenidos utilizados.

TABLA 99: VALORES MEDIOS OPINIÓN SOBRE LOS CONTENIDOS (COLEGIO LUTHER KING, 2012)

	Realidad Aumentada (Tabletas Digitales)	Modelos 3D Interactivos (Tabletas Digitales)
Más Atención	4,65	4,63
Útil e Interesante	4,42	4,47
Facilidad Uso	4,49	4,46

La **Tabla 99** resume los valores medios de la encuesta de opinión sobre los contenidos utilizados.

Además, es interesante ver estos datos comparados con la experiencia de 4º de ESO en la que la realidad aumentada se utilizaba en PC. La diferencia que se aprecia, entre las dos tecnologías sobre la tableta digital, es mucho menor que la que se obtenía cuando la realidad aumentada funcionaba en PC y los modelos en tableta digital. En el caso actual la diferencia percibida entre las tecnologías es de 0,45 puntos, mientras que en el caso comparable de 4º de ESO la diferencia entre las dos tecnologías era de 1.00 puntos (**Tabla 100**).

TABLA 100: COMPARATIVA VALORES MEDIOS DE LA VALORACIÓN GLOBAL

4º ESO (IES La Laboral, 2011)	N=12	N=74	1º ESO (Colegio Luther King, 2012)
Realidad Aumentada en PC	7,50	7,76	Realidad Aumentada en Tableta Digital (iPad)
Modelos 3D Tabletas Digitales	8,50	8,11	Modelos 3D Tabletas Digitales
Diferencia	(1,00)	(0,45)	Diferencia

Respecto a la valoración sobre la atención, la utilidad y facilidad de uso, se observa que la realidad aumentada sobre tableta obtiene unos valores mucho más altos en los tres apartados descritos. Tanto es así que se pueden considerar iguales que los modelos 3D interactivos, cosa que no ocurría con la realidad aumentada sobre PC (Tabla 101)

TABLA 101: COMPARATIVA VALORES MEDIOS OPINIÓN SOBRE LOS CONTENIDOS

	4º ESO (IES La Laboral)		1º ESO (Colegio Luther King)	
	Realidad Aumentada en PC	Modelos 3D Tabletas Digitales	R.A.	Modelos 3D Tabletas Digitales
Más Atención	4,20	4,60	4,65	4,63
Útil e Interesante	3,90	4,40	4,42	4,47
Facilidad Uso	3,80	4,20	4,49	4,46



3.25 Diseño del entorno web para la realización del Taller 3D.

Introducción y objetivos

Todo el proceso que se ha realizado con el Taller 3D, utilizando la metodología referida en este trabajo de tesis, conduce a la creación de un entorno web para poder divulgar y hacer accesibles los contenidos y recursos del Taller con toda su potencialidad.

Previamente, se ha valorado el uso de las aulas virtuales (tipo Moodle) en donde se implementan los contenidos para realizar el Taller 3D. Este sistema, aunque tiene sus ventajas, tiene una estructura rígida de gestión, edición y maquetación. Además, es necesario darse de alta como usuario para poder acceder a todos los contenidos.

Con la edición del libro: “Tecnologías Gráficas Avanzadas aplicadas...” se ofrece una alternativa para aquellos entornos educativos donde el acceso a internet no esté resuelto. Sin embargo, este formato es poco flexible a la hora de incluir nuevos contenidos y tecnologías, quedando obsoleto en muy poco tiempo. A pesar de ello, la inclusión en este libro de los ejercicios del Taller en formato papel, se revela como un elemento importante para realizar análisis comparativos en la realización del Taller en formato 3D y en formato 2D.

Criterios de diseño

Analizadas las dos opciones anteriores, se busca crear un entorno web que permita, el acceso abierto a los contenidos sin necesidad de crear cuenta de usuario (como en las aulas virtuales), de manera más informal, sin necesidad de pertenecer a una institución académica. Además, se busca un entorno que sea sencillo, flexible y atractivo en su edición.

También, se considera fundamental que el entorno permita la visualización en dispositivos móviles como las tabletas digitales y los smartphones, para aprovechar todos los contenidos creados para este tipo de dispositivos. En este sentido, se elige utilizar un entorno en HTML5 para visualizar la web en todos los dispositivos móviles, dado que es el estándar que se está generalizando y permite el uso de soluciones gráficas atractivas sin un excesivo consumo de recursos. Además, se decide crear un sitio específico para el acceso desde smartphones, en el que se visualizará los contenidos que tengan sentido en este tipo de dispositivos.

Finalmente, decididos estos primeros aspectos técnicos se crea el sitio web www.anfore3d.com (Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported). Este acrónimo (anfore) procede de **Análisis de las Formas y su Representación**, que es la designación que describe tanto el Taller de Modelado 3D desarrollado en el proceso descrito en este trabajo de tesis, como contenidos adicionales que se incorporan al entorno web, como el taller “de la bidimensión a la tridimensión” también descrito en el apartado 3.7 y, otros que están en proceso de diseño y validación similar a los referidos anteriormente.

Por tanto, en www.anfore3d.com, se ofrece un recurso didáctico multiplataforma (Windows, Mac Os, Linux, iOS y Android), multisoporte (PC/Mac, Tabletas Digitales y Smartphones) y multiformato (pdfs, vídeos, modelos 3d, realidad aumentada, ...) con el objeto de facilitar el aprendizaje de conceptos gráficos y competencias asociadas al **Análisis de las Formas y su Representación**. Este bloque de contenidos es muy

importante para las enseñanzas artísticas y determinante a la hora de elegir ramas tecnológicas.



IMAGEN 52:PÁGINA DE INICIO (HOME) DE LA VERSIÓN PARA PC/MAC Y DE LA VERSIÓN PARA SMARTPHONES DEL ENTORNO WWW.ANFORE3D.COM

El entorno web diseñado, www.anfore3d.com, no es una aplicación multimedia en la que se trabajan unos contenidos concretos de forma interactiva. En esta web se ofrece la posibilidad de acceder a unos recursos que permiten tanto a alumnos como a profesores trabajar con diversas tecnologías digitales para abordar unos contenidos que aparecen en el bloque de Análisis de Formas y su Representación que forman parte de los programas de muchas materias y niveles educativos (desde la ESO a la Universidad).

La aparición de Herramientas Gráficas Avanzadas posibilita la creación de nuevos métodos para enfrentarse al Análisis de las Formas y su Representación. En www.anfore3d.com se propone una estructura metodológica que permite combinar varias tecnologías tales como los procedimientos clásicos de lápiz y papel, software de modelado en tres dimensiones, Realidad Aumentada, Tabletas Digitales y Smartphones.

Como criterio general de diseño, se busca crear un recurso que se adapte a distintos contextos educativos, tanto en nivel académico como de integración tecnológica con la variedad de posibilidades existentes: ejercicios dentro y fuera del aula sin medios digitales, ejercicios dentro y fuera del aula con medios digitales (on line, off line, PC/Mac, Tabletas digitales, smartphones,..).

Para ese objetivo, en www.anfore3d.com, se diseña una interface sencilla que permita el acceso a los contenidos de una forma intuitiva. Para introducir sus contenidos a entornos educativos preuniversitario, los apartados desarrollados se adaptan a los solicitados por el Ministerio de Educación a través del INTEF (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado) en su concurso de materiales digitales multimedia del año 2012 (BOE 10 de octubre de 2012).

La web se organiza mediante un menú superior con tan sólo 5 apartados:

- I. **Home**, donde se presenta la web y se puede acceder a la galería de fotos de las experiencias realizadas.
- II. **Guías**, en donde se puede acceder a otros subapartados: I.1) Guía del Alumno, II.2) Guía del Profesor, II.3) Requisitos y II.4) Accesibilidad.
- III. **Ejercicios del Taller**, en donde se accede a los siguientes subapartados: 3.1) Ayuda, 3.2) Ejercicios de Iniciación, 3.3) Ejercicios de Perfeccionamiento, 3.4) Recursos Adicionales

- IV. **Módulos Adicionales**, en este apartado se organizan los contenidos con tres líneas de módulos adicionales: 4.1) Línea Técnica, 4.2) Línea Creativa, 3) Línea Miscelánea
- V. **Créditos**, en este apartado se presentan los autores y colaboradores, además de acceder a todas las publicaciones realizadas en torno al Taller 3D, tanto en revistas como en congresos.



IMAGEN 53: MENÚ SUPERIOR DE LA WEB WWW.ANFORE3D.COM

I) Home

En esta página se presenta el entorno web y desde ella se puede acceder a la galería de fotos de las experiencias realizadas.



IMAGEN 54: PÁGINAS: HOME Y GALERÍA DE FOTOS DE EXPERIENCIAS REALIZADAS CON EL TALLER

II) Guías

En este apartado se puede acceder a:

- II.1) Guía del Alumno
- II.2) Guía del Profesor
- II.3) Requisitos
- II.4) Accesibilidad

II.1) Guía del Alumno

La Guía Didáctica del Alumno pretende ser un documento que oriente en el aprovechamiento de los contenidos de esta web y permita al alumno trabajar de forma

autónoma en la realización del "Taller 3D aplicado al Análisis de las Formas y su Representación".

II.2) Guía del Profesor

La Guía Didáctica del Profesor pretende ser un documento que oriente al profesor en el aprovechamiento de los contenidos de esta web y permita integrar sus contenidos en su práctica docente, fomentando que el alumno pueda trabajar de forma autónoma en la realización del "Taller 3D aplicado al Análisis de las Formas y su Representación".

II.3) Requisitos

Para la realización de este Taller se necesita de diversos recursos digitales específicos. Así, para la realización de los ejercicios en los que se deben crear modelos 3D será necesario instalar el programa Trimble SketchUp (disponible para Windows y Os). Para poder utilizar Trimble SketchUp en Linux, debemos instalar Wine. Si queremos visualizar los modelos 3D utilizando Realidad Aumentada sobre PC o Mac, necesitaremos el visualizador AR-media Player de Inglobe Technologies. Esta misma firma también ofrece, de forma gratuita, su visualizador para dispositivos móviles iOS (iPod Touch, iPhone o iPad). Si queremos visualizar y manipular los modelos 3D, mediante gestos con los dedos, en dispositivos móviles (tanto para iOS como Android) debemos adquirir de forma gratuita la aplicación Autodesk Inventor Publisher Mobile.

Para simplificar, clasificamos los requisitos según el soporte a utilizar. Por un lado, los necesitados por ordenadores PC y Mac (Linux, Windows y Os); y por otro, los requisitos para los dispositivos móviles como tabletas digitales y smartphones (iOS y Android).

Taller 3D
Análisis de las Formas y su Representación
(Software 3D, Dispositivos Móviles y Realidad Aumentada)

Home | Guías | Ejercicios del Taller 3D | Módulos Adicionales | Créditos

Guía del Alumno | Guía del Profesor | **Requisitos** | Accesibilidad

Requisitos para la realización del Taller

Para la realización de este Taller se necesita de diversos recursos digitales específicos. Así, para la realización de los ejercicios en los que se deben crear modelos 3D será necesario instalar el programa Trimble SketchUp (disponible para Windows y Os). Para poder utilizar Trimble SketchUp en Linux, debemos instalar Wine. Si queremos visualizar los modelos 3D utilizando Realidad Aumentada sobre PC o Mac, necesitaremos el visualizador AR-media Player de Inglobe Technologies. Esta misma firma también ofrece, de forma gratuita, su visualizador para dispositivos móviles iOS (iPod Touch, iPhone o iPad). Si queremos visualizar y manipular los modelos 3D, mediante gestos con los dedos, en dispositivos móviles (tanto para iOS como Android) debemos adquirir de forma gratuita la aplicación Autodesk Inventor Publisher Mobile.

Para simplificar, clasificamos los requisitos según el soporte a utilizar. Por un lado, los necesitados por ordenadores PC y Mac (Linux, Windows y Os); y por otro, los requisitos para los dispositivos móviles como tabletas digitales y smartphones (iOS y Android).

Requisitos para PC/Mac

- Wine HQ**
Para poder utilizar Trimble SketchUp en Linux se debe instalar Wine HQ. Con Wine HQ se pueden ejecutar aplicaciones de Windows en Linux y Mac OS.
- Trimble SketchUp**
Aplicación de libre acceso, multiplataforma (PC y Mac) y de descarga gratuita que nos ofrece la posibilidad de rotaciones en el Modelo 3D con pocos conocimientos y en muy poco tiempo. Dispone de un interface amigable, con un reducido número de órdenes muy intuitivos que junto a una sencilla de manejo propicia un rápido aprendizaje. Su granada facilita su implantación en cualquier centro educativo, eliminando el problema del coste de adquisición de licencias de software.
- AR-media Player (PC/Mac)**
Programa de visualización AR-media Player de Inglobe Technologies disponible de forma gratuita en su página web. Permite visualizar piezas en realidad aumentada sobre PC o Mac, creados por medio de los plugins Armedia.
- Además de este visualizador es necesario disponer de una webcam conectada al ordenador para poder visualizar los contenidos de Realidad Aumentada.
- Marca para ARmedia Player (pdf y jpg)**
Tanto si se visualiza ordenador (PC o Mac) con la ayuda de una webcam o en un dispositivo móvil con iOS (iPod Touch, iPhone o iPad) será necesario disponer de la Marca de Armedia de manera que al enfocar con la cámara se puedan apreciar los modelos tridimensionales que forman parte del enunciado de la Práctica 1.1 (Fase de Iniciación). La marca está disponible en formato pdf (climado para ser impreso) y en jpg (climado para descargar en cualquier dispositivo móvil).

Requisitos para dispositivos móviles

El Taller se ofrece en una web (con la misma dirección) adaptada a la navegación desde smartphones.

En este formato, tanto los recursos como los contenidos que se ofrecen, están en consonancia con el dispositivo desde el que se accede.

Accediendo a **Requisitos**, se accede a la descarga del visualizador ARMedia Player para iOS y al visualizador Autodesk IPM Viewer para Os y Android.

Instalados los visualizadores, se accede a **Taller 3D**, donde, entre otros recursos, podremos descargar todos los modelos del Taller, tanto las versiones en RA como en la de modelos 3D para ser visualizados con Autodesk IPM Viewer.

- AR-media Player (iOS)**
Aplicación gratuita para los dispositivos iOS (iPhone, iPod Touch e iPad) que permite interactuar con modelos virtuales, creados por medio de los plugins Armedia.
- IPM Viewer (iOS y Android)**
Autodesk Inventor Publisher Mobile Viewer es una aplicación gratuita para dispositivos móviles disponible tanto para iOS (AppStore) como Android (Google play) y permite visualizar y manipular modelos 3D.

Copyright 2012, Digilab Group

IMAGEN 55: PÁGINA REQUISITOS TECNOLÓGICOS

II.4) Accesibilidad

A pesar de que esta es una web que permite acceder a contenidos gráficos multiplataforma, multiformato y multisoprote que deben ser descargados y con los que se trabajará sin conexión a internet, en su diseño se han tenido en cuenta aspectos de accesibilidad.

Se ha buscado que la información sea *perceptible*, estableciendo una interfaz sencilla y procurando que el usuario no deba realizar más de tres clics para acceder a cualquier información. Se utiliza HTML5, que permite el acceso tanto desde navegadores en PC o Mac como desde todo tipo de dispositivos móviles Android e iOS. Se evita la utilización de Flash porque no es soportada por iOS y tampoco lo será en Android.

Se ha diseñado una versión móvil (<http://m.anfore3d.com/>) para el acceso optimizado desde Smartphones en la que sólo están los contenidos que pueden ser visualizados con estos dispositivos.

El acceso desde una Tableta Digital, permite aprovechar las características de accesibilidad de estos dispositivos, que permiten mejorar la accesibilidad mejorando las limitaciones visuales (lector de pantalla, ampliación de texto, lectura nocturna, zoom), motrices (diseño de gestos), auditivas (subtítulos ocultos) y cognitivas (apps específicas).

En estos momentos se está realizando el diseño de la versión en inglés y la adaptación de los contenidos al sistema americano de representación.

En cuanto a normativa, se tiene como referente la Norma UNE 139803:2012 (actualización de la 2004) y que la equipara a las WCAG 2.0 (referente internacional), que en breve serán un estándar ISO.

III) Ejercicios del Taller

Dado que esta página web está concebida, en gran medida, para dar acceso a los contenidos del Taller 3D, se crea un apartado independiente desde el que acceder a sus ejercicios de forma directa.

Desde este apartado se accede a:

- III.1) Ayuda
- III.2) Ejercicios de Iniciación
- III.3) Ejercicios de Perfeccionamiento
- III.4) Recursos Adicionales

TALLER 3D

Análisis de las Formas y su Representación

(Software 3D, Dispositivos Móviles y Realidad Aumentada)

Home
Guías
Ejercicios del Taller 3D
Módulos Adicionales
Créditos

Ayuda
Ejercicios Iniciación
Ejercicios Perfeccionamiento
Recursos Adicionales

Estructura del Taller 3D

FASE	PRÁCTICA/NIVEL	LOGO	DESCRIPCIÓN
FASE DE INICIACIÓN	PRÁCTICA 1.1		Crear modelos 3D a partir de piezas de aluminio/realidad aumentada.
	Crear modelos 3D a partir de perspectivas isométricas de figuras	NIVEL A	24 figuras inscritas en una rejilla de 3x3x3 con sus caras paralelas a los planos coordenados
		NIVEL B	24 figuras inscritas en una rejilla de 4x4x4 que además incluyen caras inclinadas
		NIVEL C	24 figuras inscritas en una rejilla de 5x5x5 que además incluyen caras curvas
FASE DE PERFECCIONAMIENTO	PRÁCTICA 2.1		Una vez se ha entrenada la observación y el análisis de las formas sobre modelos reales o de aproximación a los reales (modelos de RA, modelos 3D o perspectivas isométricas), se realizarán ejercicios que requieren de mayor capacidad de abstracción espacial. Se parte de representaciones de piezas dadas por sus vistas ortogonales normalizadas, para obtener las aproximaciones a su forma real
	Crear modelos 3D a partir de las vistas normalizadas de figuras	NIVEL A	24 figuras inscritas en una rejilla de 3x3x3 con sus caras paralelas a los planos coordenados
		NIVEL B	24 figuras inscritas en una rejilla de 4x4x4 que además incluyen caras inclinadas
		NIVEL C	24 figuras inscritas en una rejilla de 5x5x5 que además incluyen caras curvas

El taller se estructura en dos fases, partiendo de la idea de que cualquier objeto real puede representarse de forma objetiva y que cualquier representación objetiva puede hacerse corresponder con un único objeto real. El recorrido conceptual parte de datos más "reales" (piezas de aluminio, modelos de Realidad Aumentada, Modelos 3D, perspectivas isométricas), que requieren poca capacidad de abstracción en su interpretación y en la obtención de las soluciones (ya sean vistas normalizadas o modelos 3D, dependiendo de si la modalidad del taller se realiza en papel o en formato digital).

Es importante recalcar que el taller sirve para reforzar contenidos que no se explican en el mismo, como pueden ser las vistas normalizadas o el manejo de la aplicación SketchUp.

El software elegido para utilizar en este Taller es Google SketchUp, una aplicación multimedia de libre acceso, multiplataforma (PC y Mac) y de descarga gratuita que nos ofrece la posibilidad de introducirnos en el Modelado 3D con pocos conocimientos y en muy poco tiempo. Dispone de un interface amigable, con un reducido número de órdenes muy intuitivas que junto a una sencillez de manejo propicia un rápido aprendizaje. Su gratuidad facilita la implantación en cualquier Centro, eliminando el problema del coste de adquisición de licencias de software.

Para realizar los contenidos del taller se ha personalizado el entorno de SketchUp de tal manera que al abrir cualquier fichero nos encontremos en un entorno de diseño reconocible y controlado. En este entorno se integra el espacio de trabajo tridimensional (donde se realizan los ejercicios) y un espacio plano 2D donde estará el enunciado del ejercicio de acuerdo al código de colores e iconos de la práctica correspondiente.

Copyright 2012, Digilab Group

IMAGEN 56: PÁGINA EJERCICIOS DEL TALLER 3D: WWW.ANFORE3D.COM

III.1.) Ayuda

En esta página se ofrecen diferentes ficheros de ayuda en algunos conceptos y procedimientos necesarios para la realización del Taller. Estos ficheros están en diferentes formatos multimedia (vídeo, pdfs, modelos 3d para visualizar en Realidad Aumentada, en tabletas digitales y en SketchUp) para facilitar su utilización desde distintos medios.

TALLER 3D

Análisis de las Formas y su Representación

(Software 3D, Dispositivos Móviles y Realidad Aumentada)

Home
Guías
Ejercicios del Taller 3D
Módulos Adicionales
Créditos

Ayuda
Ejercicios Iniciación
Ejercicios Perfeccionamiento
Recursos Adicionales

Ficheros de Ayuda

En esta página se ofrecen diferentes ficheros de ayuda en algunos conceptos y procedimientos necesarios para la realización del Taller.

Conceptos

- Ficheros de Realidad Aumentada para entender las Vistas Normalizadas**
Ficheros de Realidad Aumentada de soporte para ayudar a entender mejor las Vistas Ortogonales Normalizadas. Hay dos versiones, una para ser visualizado con ARMedia Player para PC/Mac, y otra para ser visualizado con ARMedia Player en dispositivos iOS.
- Fichero de SketchUp para entender las Vistas Normalizadas**
Fichero de SketchUp de soporte para ayudar a entender mejor las Vistas Ortogonales Normalizadas.
- Fichero pdf de ayuda para entender las Vistas Normalizadas**
Fichero pdf de soporte para ayudar a entender mejor las Vistas Ortogonales Normalizadas.

Procedimientos

Explicación de SketchUp para el Taller

Breve explicación de la personalización de la interfaz de SketchUp para disponer de las herramientas básicas para la realización del Taller.

Se muestra el ejemplo de uno de los ejercicios sencillos de modelado 3D.

- Fichero pdf de ayuda de referencia rápida SketchUp personalizada para este Taller**
Fichero pdf con la Guía de Referencia Rápida personalizada con las herramientas de SketchUp necesarias para la realización de este Taller de Modelado 3D aplicado al Análisis de las Formas y su Representación.
- Fichero pdf de ayuda de referencia rápida de SketchUp**
Fichero pdf con los Guías de Referencia Rápida de las herramientas de SketchUp para Windows y para Mac OS X.
- Ficheros de Autoaprendizaje de SketchUp**
Ficheros de Autoaprendizaje de las herramientas básicas de SketchUp.

Copyright 2012, Digilab Group

IMAGEN 57: PÁGINA AYUDA: WWW.ANFORE3D.COM

188

III.2) Ejercicios de Iniciación

En esta página se puede acceder a los ejercicios de las dos prácticas de la Fase de Iniciación: la práctica 1.1 y la práctica 1.2 . Dado que la práctica 1.1 tiene como objetivo principal la manipulación, con las manos, de 6 modelos digitales 3D, utilizando Interfaces Tangibles (sin uso del ratón para su manipulación), el contenido de esta práctica es diferente al resto, para poder acceder a todas las alternativas digitales posibles.

IMAGEN 58: PÁGINA EJERCICIOS INICIACIÓN, PRÁCTICA 1.1: WWW.ANFORE3D.COM

Es importante señalar que para la realización de los ejercicios de todos los niveles, se ofrece la posibilidad de acceder de dos maneras diferentes:

- 1) Mediante una interfaz gráfica en la que se descargan los ficheros de trabajo en SketchUp para su resolución en formato 3D.
- 2) Mediante la descarga de los ficheros pdf con las láminas de los ejercicios para su realización en formato 2D.

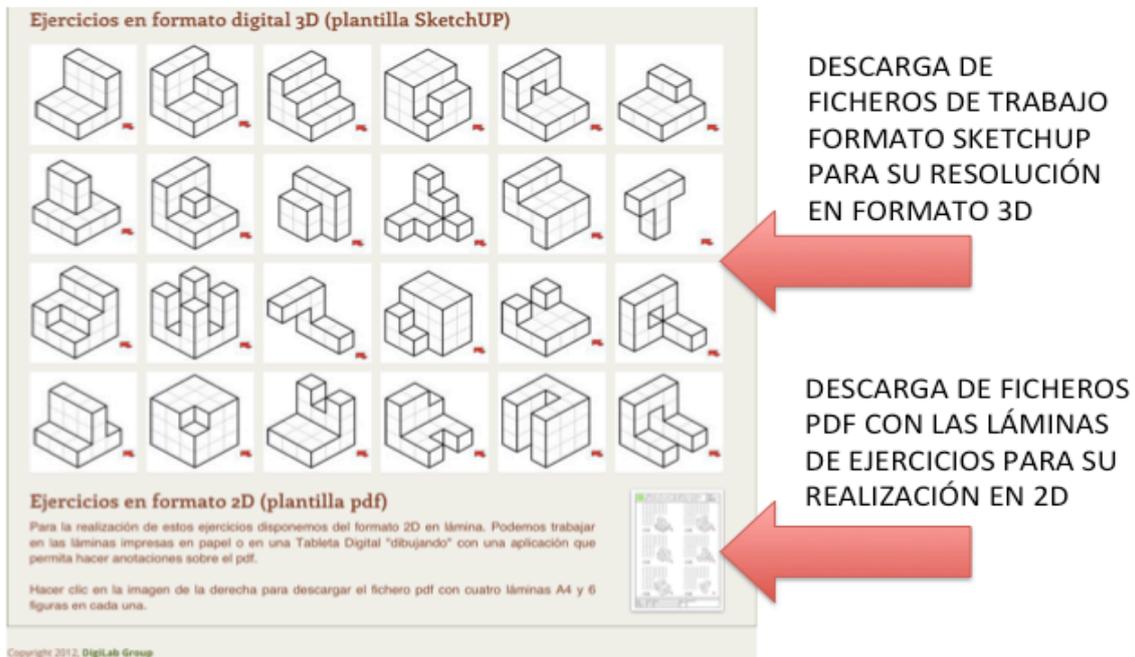


IMAGEN 59: INTERFAZ DE ACCESO A LOS EJERCICIOS DE LA PRÁCTICA 1.2, FASE DE INICIACIÓN

III.3) Ejercicios de Perfeccionamiento

Al igual que la fase de iniciación, el acceso a las descargas de los ejercicios se ofrece en dos formatos diferentes.

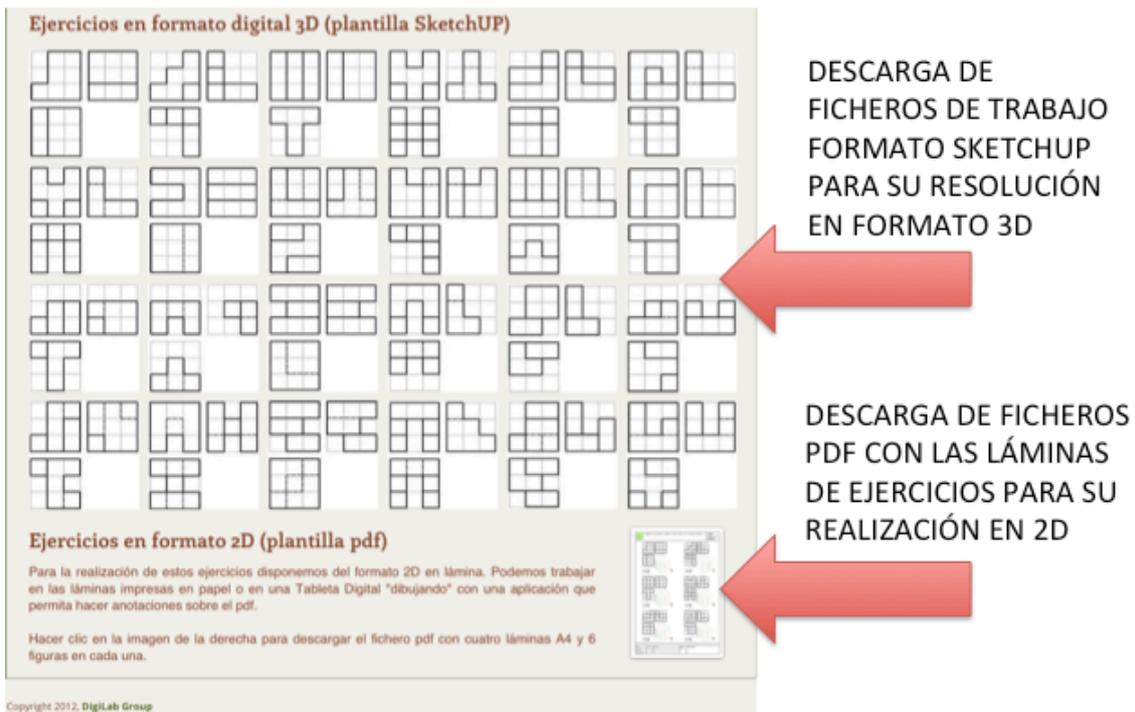


IMAGEN 60: INTERFAZ DE ACCESO A LOS EJERCICIOS DE LA PRÁCTICA 2.1, FASE DE PERFECCIONAMIENTO

III.4) Recursos Adicionales

En esta página podrás acceder a diversos recursos adicionales que complementan a los necesarios para la realización del Taller.



IMAGEN 61: MENÚ DEL APARTADO DE RECURSOS ADICIONALES

En "Soluciones Taller 3D" se accede a la solución de los 144 ejercicios por fases y niveles. Estas soluciones se ofrecen en distintos formatos: 1) Modelos 3D en Realidad Aumentada para PC/Mac; 2) Modelos 3D en Realidad Aumentada para dispositivos móviles iOS (iPad, iPhone e iPod Touch); 3) Modelos 3D para Visualizador Interactivo sobre dispositivos móviles (iOS y Android) y; 4) las soluciones 2D "tradicionales" en láminas A4 (pdf).

Soluciones en distinto formato de los ejercicios del Taller

En esta página podemos descargar en diversos formatos la solución a todos los ejercicios del Taller. Son 144 las soluciones correspondientes a todos los ejercicios que están categorizados por fases (iniciación y perfeccionamiento) y niveles (A, B y C).

Haz clic en cada icono para descargarte los ficheros



Modelos 3D para visualizar con AR-media Player (PC y Mac)

Haciendo clic con el puntero del ratón en cada uno de los iconos podremos acceder a los modelos 3D correspondientes a los ejercicios de los tres niveles (A, B y C) de cada una de las dos fases (iniciación y perfeccionamiento) que tiene este Taller.

Para visualizar estos contenidos debes tener instalado en tu ordenador el visualizador gratuito AR-media Player (ver página de Requisitos).








IMAGEN 62: SOLUCIONES, EN DIVERSOS FORMATOS, DE TODOS LOS EJERCICIOS DEL TALLER 3D

En "Aula Virtual" se accede a recursos diseñados para ser integrados en Entornos Virtuales de Aprendizaje utilizando Moodle. Se podrá descargar un fichero para tener la posibilidad de restaurarlo en cualquier entorno Moodle y disponer de un Aula Virtual con los contenidos del Taller.

En "Módulos: Línea Técnica" se podrá acceder a una serie de módulos con estructura similar al Taller 3D de esta web, con ejercicios categorizados por fases y niveles y con contenidos multiformato que incluidos en el bloque Análisis de las Formas y su Representación, se enmarcan en la Descripción Objetiva de Formas. Los ejercicios de estos módulos tienen un enunciado y una única solución.

Finalmente, en "Módulos: Línea Creativa" estarán disponibles unos módulos con contenidos digitales multiformato que incluidos en el bloque Análisis de las Formas y su Representación no se enmarcan en la Descripción Objetiva de Formas. En los ejercicios de estos módulos no existen una solución única. Sus contenidos están basados en personajes relevantes del diseño y la creación artística.

IV) Módulos Adicionales

En esta página se ofrece a una serie de módulos, con contenidos digitales multiformato, agrupados en tres líneas diferentes en las que se aborda el Análisis de las Formas y su Representación bajo enfoques distintos.

En la Línea Técnica se trabaja el Análisis de las Formas y su Representación enmarcado en la Descripción Objetiva de las Formas. En los ejercicios de esta línea, sólo hay una solución por cada enunciado.

En la Línea Creativa se pretende realizar una aproximación más abierta al Análisis de las Formas y su Representación con ejercicios que no van a tener una única solución.

Finalmente, en la Línea Miscelánea se ofrecen recursos con variados contenidos digitales multiformato que no tienen encaje en las otras dos líneas, pero que pueden ser atractivos como elementos de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje en distintas áreas de conocimiento.

IV.1) Línea Técnica

En esta página se podrá acceder a una serie de módulos con estructura similar al Taller 3D de esta web, de forma que los ejercicios siguen estando categorizados por fases y niveles y se presentan, de igual forma, con contenidos digitales multiformato incluidos en el bloque Análisis de las Formas y su Representación y se enmarcan en la Descripción Objetiva de Formas. Por lo tanto, los ejercicios de estos módulos tienen un enunciado y una única solución.



IMAGEN 63: MENÚ DE MÓDULOS ADICIONALES: LÍNEA TÉCNICA

Dentro de estos módulos se ofrecerán dos tipos:

IV.1.1 Módulos con nuevos tipos de ejercicios.

Hemos diseñado varios módulos en los que se trabajará con cortes y secciones, rotaciones, operaciones de adición, sustracción, intersecciones,...

Estos módulos están siendo validados en experiencias reales con alumnos para comprobar la relevancia de sus contenidos, midiendo para ellos aspectos como la eficiencia, la eficacia, la satisfacción o la mejora del aprendizaje.

IV.1.2 Módulos en los que se empaquetarán ejercicios para evaluación del aprendizaje y a los que sólo tendrán acceso los docentes.

Estarán compuestos de 10 ejercicios con los mismos formatos digitales que se ofrecen para el Taller 3D y sólo estarán clasificados por fases. Así, se dispondrá de 5 ejercicios de la fase de iniciación y de otros 5 de la fase de perfeccionamiento.

De esta forma, un módulo de ejercicios de evaluación tendrá lo siguiente: a) Los enunciados para realizar los ejercicios en 10 plantillas personalizadas en SketchUp para realizar los ejercicios en 3D, o en 10 láminas A4 (pdf) para resolverlos en 2D, b) Las soluciones en 10 modelos 3D en RA con información por capas (enunciado y solución) para PC/Mac, en 10 modelos 3D en RA para dispositivos móviles, 10 modelos 3D para visualizarse de forma interactiva en dispositivos móviles y finalmente las soluciones en formato 2D en láminas A4 (pdf).

IV.2) Línea Creativa

En esta página estarán disponibles unos módulos con contenidos digitales multiformato que incluidos en el bloque Análisis de las Formas y su Representación no se enmarcan en la Descripción Objetiva de Formas. En los ejercicios de estos módulos no existen una solución única.



IMAGEN 64: MENÚ MÓDULOS ADICIONALES: LÍNEA CREATIVA

En estos módulos se van a trabajar contenidos con un esquema similar en cuanto a los formatos digitales y cuyos contenidos están basados en personajes relevantes del diseño y la creación artística. Entre dichos personajes tenemos al artista estadounidense Frank Stella, el artista holandés M.C. Escher o el artista chino Wicius Wong.

IV.3) Línea Miscelánea

En esta página se podrá acceder a una serie de módulos de contenidos variados que sin estar directamente confeccionados para la realización de ejercicios concretos, pueden constituir un atractivo recurso de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje asociados al Análisis de las Formas y su Representación.



IMAGEN 65: MENÚ MOÓDULOS ADICIONALES: LÍNEA MISCELÁNEA

Todos los recursos se ofrecen en varios formatos digitales. Entre los módulos que se ofrecerán están los siguientes:

IV.3.1) Maniquí Virtual.

Maniquí "articulado de madera" en distintas poses, de utilidad para la realización de ejercicios de Dibujo Artístico.

IV.3.2) Modelos Cristalográficos.

Conjunto de modelos cristalográficos, útiles para el estudio de la Cristalografía Geométrica.

IV.3.3) Piezas Industriales.

Conjunto de piezas industriales, utilizadas habitualmente para la realización de ejercicios variados de Dibujo Técnico.

IV.3.4) Herramientas de Taller.

Panel con herramientas básicas de un taller, de utilidad para la introducción al tema de herramientas en la asignatura de Tecnología.

V) Créditos

En esta página se detallan los autores de los contenidos, así como los colaboradores en la creación y validación de los mismos. Por otro lado, se dispone de un acceso a las publicaciones en revistas y congresos que ha dado lugar el proceso de diseño, creación y validación del Taller 3D.

Reflexiones finales

Debido a la importancia de este recurso dentro de esta tesis, resulta interesante destacar algunos aspectos relacionados con este entorno: www.anfore3d.com. Este entorno web se empieza a diseñar a finales de julio de 2012 y se presenta a la comunidad educativa en Tenerife el 16 de noviembre de 2012. En este periodo, se han realizado las siguientes acciones:

1. Difusión (CEP, Finlandia, Madrid, Valencia)
2. Implantación en centros educativos

3. Primeros resultados Google Analytics
4. Conclusiones

1. Difusión (CEP, Finlandia, Madrid, Valencia).

Para divulgar los contenidos creados en www.anfore3d.com se han realizado en el ámbito de este trabajo de tesis, varias acciones de divulgación. Estas actividades de divulgación, se consideran parte del proceso de diseño de los contenidos, ya que los usuarios nos retroalimentan con sus comentarios. De esta manera, el entorno web ha sido modificado y mejorado varias veces a lo largo de estos primeros meses. Por lo que, en el apartado de créditos se ha incluido la fecha de la última actualización.

Las acciones de difusión de este entorno han sido las siguientes:

- 1) Congreso Internacional de Educación en Ingeniería (Turku, Finlandia, agosto 2012). En este congreso se presentó la primera versión del entorno web, resaltando la práctica 1.1 y la creación de modelos 3D digitales de realidad aumentada y visualización en tabletas digitales.
- 2) Primer Congreso Internacional de Plugin de SketchUp (Madrid, septiembre 2012). Este congreso fue organizado por Iscar Software (distribuidor para España de SketchUp) para empresas desarrolladoras de plugins. Desde la organización, se invita a realizar una ponencia donde se presente el Taller 3D por considerar los contenidos muy adecuados para el sector educativo de secundaria. En este congreso se realiza una mesa redonda con los dueños de SketchUp para ofrecer el material a la división educativa de Trimble SketchUp.

Menú del apartado de recursos adicionales



IMAGEN 66: CONGRESO INTERNACIONAL DE PLUGIN DE SKETCHUP (MADRID, SEPTIEMBRE 2012)

- 3) Presentación del entorno web en el Centro del Profesorado (CEP) de La Laguna (noviembre de 2012). Se presentó el material a 25 profesores de secundaria de las especialidades de Tecnología y Dibujo, así como a 15 alumnos del Máster de Profesorado en el ámbito de Tecnología.
- 4) Presentación en la jornada EDU aumenta.me celebrada en la Ciudad Politécnica de la Innovación de Valencia (abril de 2013), en la que se dan a conocer los contenidos de realidad aumentada disponibles en el entorno web.

2. Implantación en centros educativos.

Actualmente este material se está utilizando como recurso docente en diversos centros educativos. A nivel universitario, se utiliza en los grados de ingeniería y en el grado de bellas artes de la Universidad de La Laguna. A nivel de centros de secundaria se tiene

constancia de su utilización de forma reglada en diversos centros en el ámbito de la isla de Tenerife, de Gran Canaria y de Madrid.

3. Primeros resultados de google analytics.

En el tiempo que lleva la página web funcionando (menos de un año) se observan los siguientes datos:

27.466 páginas visitadas en 4574 visitas. De estas visitas 3100 corresponden al entorno de Tenerife, 400 a Madrid, 130 a Guatemala City, 90 a Valencia, 70 a Indianápolis y el resto repartidas por distintas zonas geográficas.

De todas las visitas, 626 (alrededor del 15%) han sido realizadas mediante dispositivos móviles. De esas 626, el 74% corresponden al iPad/iPhone y los demás a distintos dispositivos.

4. Conclusiones sobre www.anfore3d.com

Vista la implantación en centros educativos y las estadísticas de Google Analytics, se puede considerar que este recurso está teniendo una muy buena acogida en el sector educativo.

El acceso al recurso a través de recursos móviles es muy significativo (cerca de un 15%) y podemos prever que irá en aumento con la incorporación de los dispositivos móviles en la sociedad en general y en entornos educativos en particular.

De los datos anteriores, se puede considerar que el entorno web ha mejorado la accesibilidad a los contenidos, al permitir un acceso abierto y multiplataforma.

Por otro lado, la estructura del entorno creado permite añadir fácilmente, módulos de nuevos recursos docentes en torno al Análisis de la Forma y su Representación.



3.26 Adaptación del Taller 3D para su realización en Tabletas Digitales.

Introducción y Objetivos

Uno de los objetivos iniciales que se establecen como reto de esta tesis es la realización de los ejercicios de modelado 3D sobre tabletas digitales. Sin embargo, dado que la aparición de este dispositivo es muy reciente (2010), al comienzo de este trabajo de tesis no se aborda este reto dado que las aplicaciones disponibles para tabletas digitales no tenían características similares a SketchUp: sencillez de uso, fácil de aprender y gratuito.

Desde la aparición de las tabletas digitales, se realiza un análisis del panorama de las apps de modelado 3D (descrito en el marco teórico en el apartado 2.2.4.5) que van apareciendo y se comprueba si con dichas aplicaciones se podrían realizar los ejercicios del Taller.

Criterios de diseño

Con la aparición de la app Autodesk Formit (noviembre de 2012) que si cumple con los requisitos que se buscaban: facilidad de uso, sencillo aprendizaje y es gratuita se considera que el Taller 3D podría realizarse con Tableta Digital, utilizando dicha aplicación. Como SketchUp, Autodesk Formit es una aplicación de dibujo conceptual y permite realizar modelos 3D a modo de bocetado tridimensional (Imagen 67).

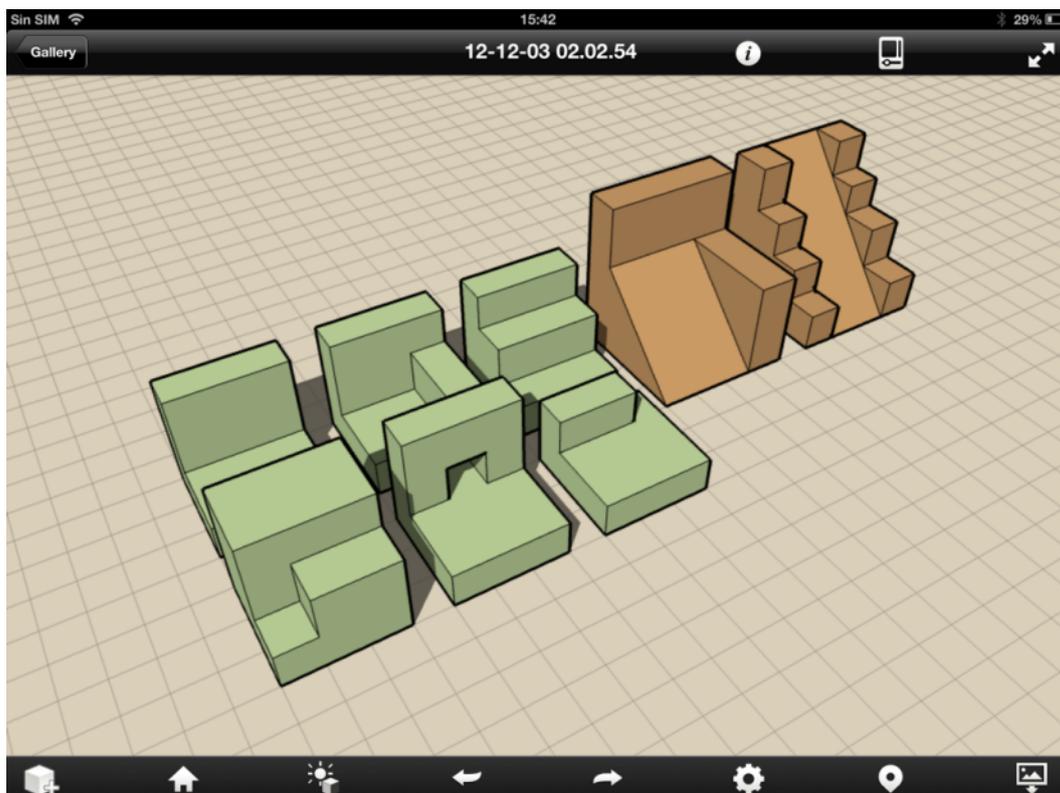


IMAGEN 67: EJEMPLO DE FIGURAS DEL TALLER REALIZADAS CON AUTODESK FORMIT

Para validar esta opción se ha realizado un estudio preliminar con alumnos del Máster en Formación del Profesorado de ESO, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de idiomas de la Universidad de La Laguna. Todos los participantes conocen SketchUp y ninguno de ellos dispone de tableta digital, ni conoce Formit.

El estudio preliminar consiste en la realización de dos ejercicios. En uno de ellos se presenta la vista normalizada de una figura para realizar la planta alzado y perfil de la misma y en el otro ejercicio se dan, la planta, alzado y perfil para construir la figura a realizar con el programa de modelado 3D Trimble SketchUp, modelando figuras tridimensionales, cogiendo como base dos ejercicios propuestos en la página web www.anfore.com. A continuación se realizan los mismos ejercicios con el iPad, usando la aplicación Autodesk Formit para el modelado 3D.



IMAGEN 68: CREANDO LAS FIGURAS DEL TALLER CON AUTODESK FORMIT

La valoración de manera global de la tecnología empleada en el estudio preliminar es la siguiente:

Trimble SketchUp está valorado en un 7,8 de 9.

Autodesk Formit está valorado en un 6 de 9.

Como valoración detallada de la experiencia se obtienen los datos reflejados en la **Tabla 102**

TABLA 102: VALORACIÓN COMPARATIVA ENTRE SKETCHUP Y FORMIT

	SketchUp (1 a 5)	Formit (1 a 5)
Mejora de la atención	4,28	4,00
Mejora percepción del "Dibujo Técnico"	4,28	3,85
Útil e interesante	4,00	3,28
Facilidad para resolver los ejercicios propuestos	4,57	3,71

Los usuarios prefieren SketchUp en una valoración global (7,8 frente a 6). Sin embargo, el uso de la aplicación Formit resulta bien valorado teniendo en cuenta que ya conocían SketchUp y que ninguno de los usuarios dispone de tableta. Ambas herramientas se valoran positivamente en cuanto a la mejora de atención, percepción del dibujo técnico, utilidad y facilidad de uso.



3.27 Diseño de libro del Taller 3D en versión eBook multimedia.

Introducción y objetivos

La filosofía del taller ha sido la de ofrecer recursos multiplataforma y multisoprote. Pero no por ello se ha olvidado el recurso papel. Es decir que se sigue ofreciendo una propuesta de actividades que se pueden imprimir en papel y realizar con lápiz. Aunque imprimir, puede parecer una tecnología sencilla, implica una serie de costes y de molestias que quizás puedan mejorarse mediante el uso de tecnología gráfica avanzadas.

Criterios de diseño

Precisamente con el objeto de modernizar esta última propuesta surge la idea de realizar un manual multimedia del taller. Dicho manual incluirá la posibilidad de visualizar e interactuar con los modelos en 3D, pero también permitirá la posibilidad de realizar directamente los ejercicios pensados para papel, sin necesidad de imprimir. Mediante el uso de widgets específicos se realiza una propuesta de taller donde el alumno “dibuja” los ejercicios directamente sobre el libro electrónico. Este último formato de taller permite sumar las ventajas de varios de los métodos utilizados hasta ahora. Por el contrario, necesita que los alumnos dispongan de una tableta digital para visualizar los contenidos. Actualmente esto no es así, pero quizás en un plazo breve las tabletas de impongán como material educativo y la mayoría de los alumnos dispongan de una.

Además de las opciones que vienen de serie en las aplicaciones para generar libros electrónicos (ibook author), existe la posibilidad de insertar pequeñas aplicaciones. Estas pequeñas aplicaciones se denominan “widgets” y pueden ser programadas por cualquier persona o adquiridas a través de alguna plataforma existente en la red. Los widgets nacieron originalmente para personalizar los escritorios del PC, pero actualmente se han desarrollado algunos que permiten personalizar los libros electrónicos. De esta manera se puede incrementar la interactividad de los mismos y personalizar las utilidades que se quieren incluir en el mismo.

Para el desarrollo de esta tesis se ha creado una maqueta de lo que debería ser este libro multimedia. Dicha maqueta permite realizar los ejercicios de vistas normalizadas clásicas directamente desde el libro electrónico. Una vez realizados los ejercicios el alumno puede visualizar las soluciones mediante el uso interactivo de modelos 3D.

Utilizando el conocimiento adquirido en los desarrollos de libros multimedia detallados en los puntos 4.04 y 4.09, se ha desarrollado este libro digital multimedia de complemento al Taller 3D utilizando los recursos detallados en la Tabla 103.

TABLA 103: CONTENIDOS MULTIMEDIA DEL LIBRO ELECTRÓNICO DEL TALLER 3D

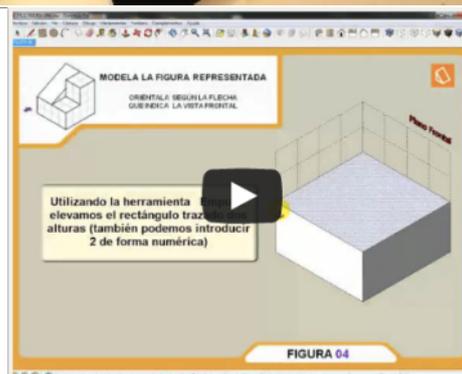
iBooks

El manual multimedia para el mantenimiento de aeronaves se encuentra empaquetado en archivo para su visualización por medio de la aplicación iBooks.



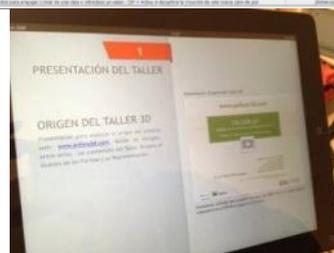
Videos explicativos

Se ofrecen diferentes vídeos para explicar conceptos y procedimientos relacionados con los contenidos del Taller.



Presentación PowerPoint

Se incluye la presentación realizada en el Centro de Profesorado de La Laguna (15-11-2012) para explicar la motivación y origen del Taller 3D y su integración en www.anfore3d.com.



Galerías de Fotos

Documentación digital



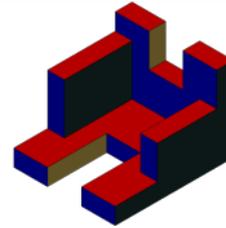
Hiperlink a www.anfore3d.com

Se incluye un enlace de tal manera que el libro de ejercicios 2D, permite el acceso a la plataforma de recursos disponible en el entorno www.anfore3d.com.



Modelos 3D

Se incluye los modelos 3D de los ejercicios propuestos como elementos de referencia tridimensional.



Widget

Se incluyen varios widget diseñados específicamente para la realización de los ejercicios en formato 2D tradicional.

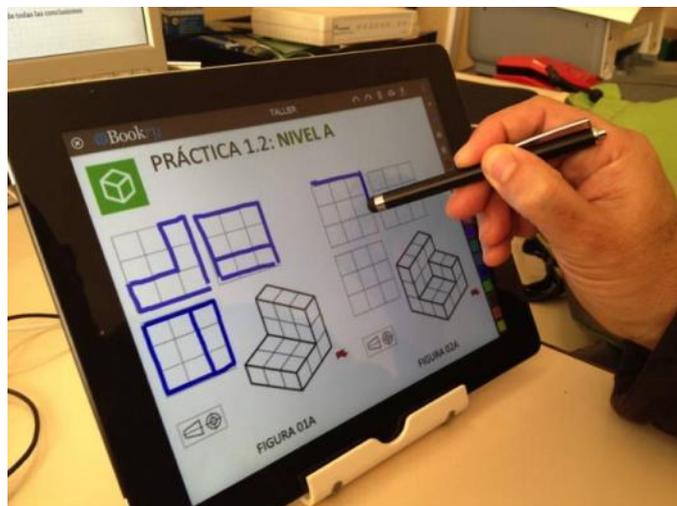
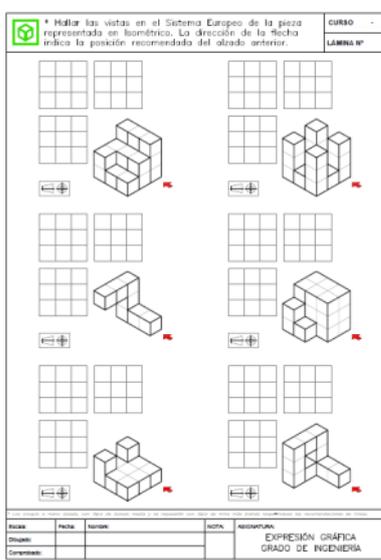
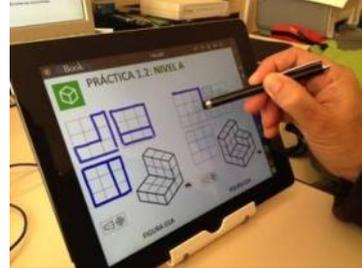


IMAGEN 69: IMÁGENES DE LA MAQUETA DEL LIBRO MULTIMEDIA DEL TALLER 3D

Como conclusión respecto a la creación de este libro multimedia, se puede indicar que:

- a) Permite incluir de manera digital la realización de ejercicios de vistas normalizadas en 2D mediante el uso de boceto a mano alzada.

- b) La utilización de un formato de libro multimedia permite incluir ayudas como la visualización de vídeos y modelos 3D que aportan mejoras en el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos de vistas normalizadas.
- c) La posibilidad de incluir en el libro un enlace al entorno www.anfore3d.com permite que un alumno pueda trabajar con los formatos digitales 3D y 2D de forma sencilla.
- d) El libro, al estar en formato electrónico tiene las posibilidades de difusión propias de estos formatos (aula virtual, página web, app store,...).

4 TABLETAS DIGITALES

4.1 Introducción.

Como ya se ha comentado, las tabletas son una de las tecnologías que el informe Horizon pronostica como de influencia en la educación para el año 2012, tanto para enseñanza universitaria como en los niveles previos.

En este apartado se abordan las experiencias realizadas utilizando las Tabletas Digitales como elemento de relevancia en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En total se han realizado 12 experiencias con tabletas digitales que han dado lugar a diversos materiales educativos. Hay que indicar que algunas de ellas (5) se han incluido en el apartado del taller 3D. Además de las experiencias, en dicho apartado del taller 3D se han llevado a cabo dos acciones de diseño específicas para tabletas digitales y que complementan los contenidos del taller 3D.

En la **Tabla 104** se pueden ver las acciones llevadas a cabo relacionadas con el taller 3D. Dichas acciones ya están desarrollados en el punto anterior.

TABLA 104: EXPERIENCIAS DEL TALLER 3D EN LAS QUE SE INCLUYE EL USO DE LAS TABLETAS DIGITALES

ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.16 <i>“Experiencia de Uso de distintas Tecnologías (Modelos Corpóreos, Realidad Aumentada y Tabletas Digitales) para el estudio del Análisis de las Formas y su Representación”</i>	Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna con alumnos de la asignatura Técnicas de Representación	35	Septiembre de 2011
Análisis	Encuesta de Opinión		
ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.18 <i>Curso: “Un caso práctico de utilización de Tecnologías Avanzadas en la docencia del dibujo, diseño y artes plásticas”</i>	Centro de Especialización del Profesorado de La Laguna (CEP La Laguna) con profesores de secundaria	20	Octubre de 2011
Análisis	Encuestas de Opinión		
ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.19 <i>“Experiencia de Uso de distintas Tecnologías (Modelos Corpóreos, Realidad Aumentada y Tabletas Digitales) para el estudio del Análisis de las Formas y su Representación”</i>	IES La Laboral de La Laguna con alumnos de 4º de ESO en la asignatura de Tecnología.	15	Diciembre de 2011
Análisis	Encuesta de Opinión		

ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.21 <i>“Mejora del aprendizaje de vistas normalizadas mediante el Taller en formato papel y en formato 3D”</i>	Alumnos de 1º de grado de Ingeniería Agrícola e Ingeniería Informática, en la asignatura de Expresión Gráfica.	150	
Análisis	Resultados de la experiencia de mejora de aprendizaje mediante el Taller 3D		
ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
3.24 <i>“Comparativa de interfaces tangibles: Realidad Aumentada en Tabletas Digitales y Visualizador 3D en Tabletas Digitales”</i>	Realizado con alumnos de 1º de ESO del centro escolar colegio Luther King	60	Mayo de 2012
Análisis	Resultados de la comparativa de interfaces tangibles (RA en TD y visualizador 3D en TD)		
3.26	<i>Adaptación de las prácticas de modelado del taller 3D para su realización en tabletas digitales.</i>		
3.27	<i>Libro del Taller 3D en versión eBook multimedia.</i>		

Adicionalmente se ha utilizado la tableta digital con tres enfoques diferentes:

- Enseñanza del dibujo artístico
- Creación de libros multimedia para la enseñanza
- Aplicaciones de gestión de la enseñanza

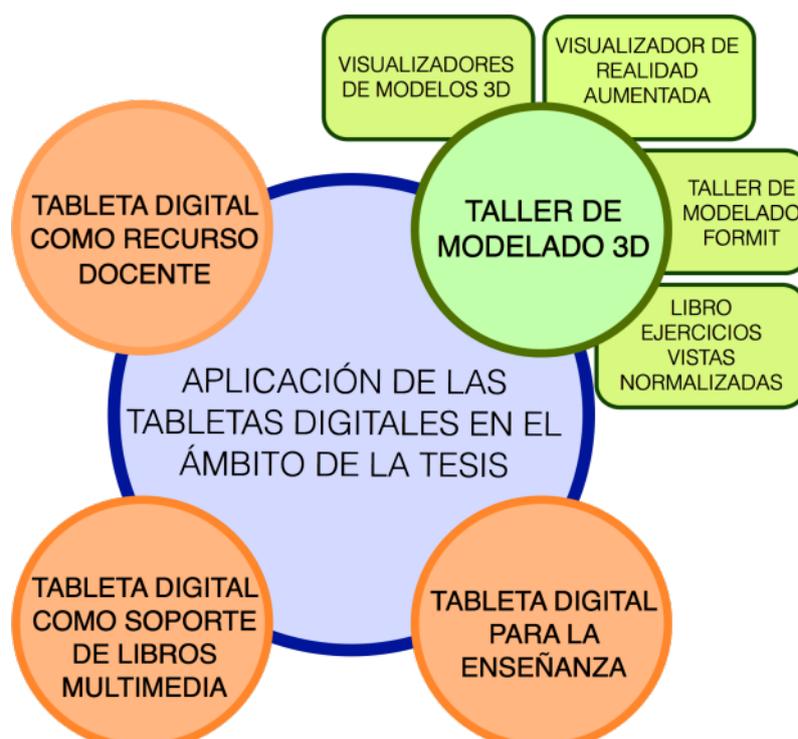


IMAGEN 70: APLICACIÓN DE LAS TABLETAS DIGITALES EN EL ÁMBITO DE ESTA TESIS

Al igual que en el Capítulo 3, para el diseño de cada una de estas acciones se ha seguido la metodología general de esta tesis.



IMAGEN 71: METODOLOGÍA GENERAL

Como en el Taller 3D, la descripción de actividades que se va a realizar en este capítulo incluye: el diseño de materiales, la preparación de la actividad, su realización y el análisis de los datos (Imagen 72). En este capítulo, cada actividad está concebida de forma independiente de las demás.



IMAGEN 72: ICONOS ACTIVIDADES CON TABLETAS DIGITALES

En la Imagen 73 se detalla la evolución temporal de las acciones realizadas con Tabletas Digitales, ajenas al Taller 3D.

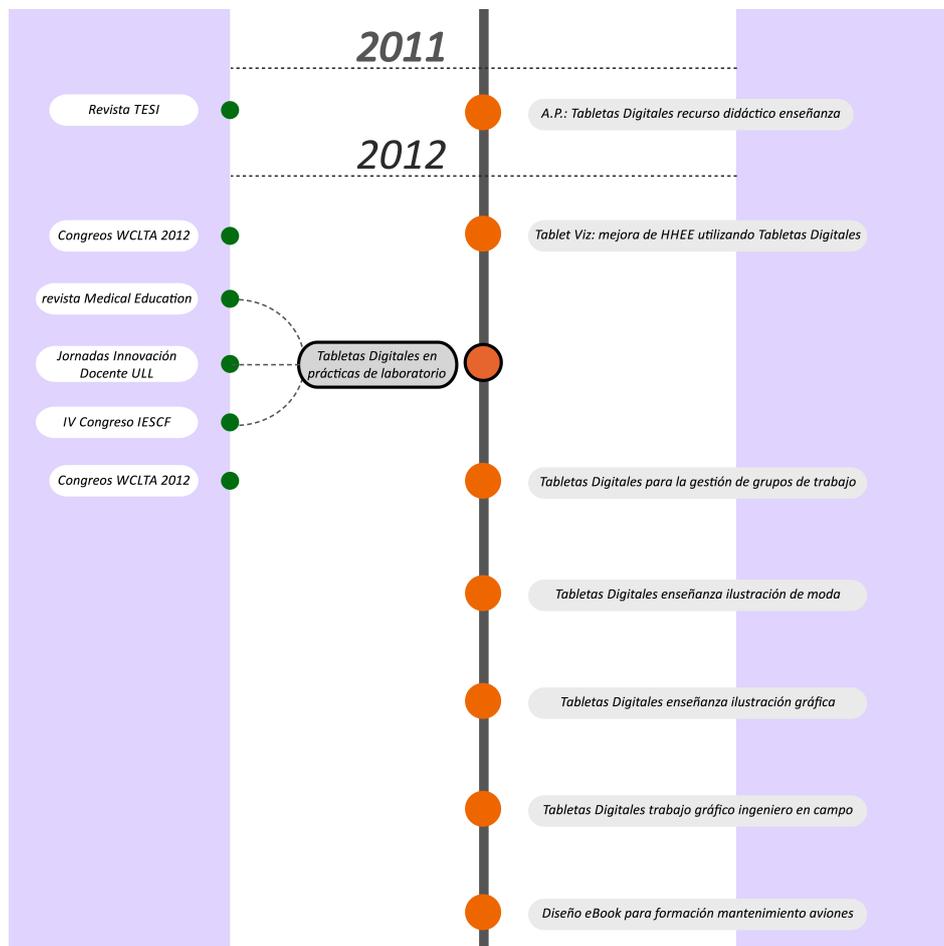


IMAGEN 73: INFOGRAFÍA EVOLUCIÓN TEMPORAL ACCIONES CON TABLETAS DIGITALES

En la **Tabla 105** se detallan las acciones específicas en las que se utilizan las tabletas digitales como recurso educativo y que no tienen relación con el Taller 3D.

TABLA 105: ACCIONES ESPECÍFICAS EN LAS QUE SE HACE USO DE LAS TABLETAS DIGITALES

ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
4.2 Acción Puntual: "Tabletas Digitales como recurso didáctico en la enseñanza"	Centro del Profesorado de La Laguna (CEP La Laguna) con profesores de secundaria	20	Mayo de 2011
	Análisis	Difusión y propuestas de colaboración.	
			Artículo revista TESI (aceptado y publicado) D.01
ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
4.3 Tablet Viz: mejora de las habilidades espaciales utilizando Tabletas Digitales	Alumnos de 1º de grado de Ingeniería Agrícola, en la asignatura de Expresión Gráfica.	10	Marzo de 2012
	Análisis	Encuesta de Satisfacción y medición de la mejora del aprendizaje, mediante ejercicios de las pruebas de acceso a la universidad con vistas normalizadas.	
			Congreso WCLTA 2012, Bruselas D.02
ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
4.4 Utilización de Tabletas Digitales en prácticas de laboratorio	Grado de Farmacia, asignatura de inmunología	40	Abril de 2012
	Análisis	Opinión y Satisfacción	
			Artículo revista Medical Education: Touch-pad mobile devices show promise in pharmacy education D.03
			Jornadas de Innovación Docente ULL D.04
			Material didáctico digital para la realización de prácticas de laboratorio con soporte de tabletas digitales IV Congreso Internacional de Educación Superior en Ciencias Farmacéuticas. D.05
ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
4.5 Utilización de Tabletas Digitales para la gestión de grupos de trabajo en educación	Alumnos de 1º de grado de Ingeniería Agrícola e Ingeniería Informática, en la asignatura de Expresión Gráfica.	150	Abril-mayo de 2012
	Análisis	Valoración de mejoras de la gestión.	
			Congreso WCLTA 2012, Bruselas D.06
ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
4.6 Utilización de las Tabletas Digitales para la enseñanza de la ilustración de moda	Alumnos de Ciclo Superior de Estilismo e Indumentaria de la Escuela de Arte Fernando Estévez de Santa Cruz de Tenerife	20	Abril de 2012
	Análisis	Encuesta de Satisfacción	

	ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
4.7	<i>Utilización de las Tabletas Digitales para la enseñanza de la ilustración gráfica</i>	Alumnos de Ciclo Superior de Estilismo e Indumentaria de la Escuela de Arte Fernando Estévez de Santa Cruz de Tenerife	20	Abril de 2012
Análisis	Encuesta de Satisfacción sobre el taller creativo: "De la bidimensión a la tridimensión"			
	ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
4.8	<i>Utilización de las Tabletas Digitales para el trabajo gráfico del ingeniero en campo</i>	Alumnos de 1º de grado de Ingeniería Electrónica y Automática, en la asignatura de Expresión Gráfica.	60	Octubre 2012
Análisis	Valoración global de la herramienta			
	ACTUACIÓN	CENTRO Y NIVEL EDUCATIVO	PARTICIPANTES	FECHA
4.9	<i>Diseño y evaluación de manuales multimedia para la formación de técnicos de mantenimiento aeronáutico (TMA), según part-147 EASA.</i>	Proyecto Fin de Carrera: Ingeniería Electrónica		Noviembre 2012
Análisis	Valoración de los ebooks multimedia como recurso formativo			



4.2 “Tabletas Digitales como recurso didáctico en la enseñanza”. CEP La Laguna (Mayo 2011).

Introducción y objetivos

Como parte de este trabajo de tesis, se han realizado distintas acciones formativas para involucrar a los agentes educativos en este trabajo de investigación. Por un lado, estas acciones sirven como herramienta de divulgación y por otro sirven para establecer contactos de colaboración.

La primera de estas acciones con Tabletas Digitales se realiza el 17 de Mayo de 2011 en el CEP de La Laguna. En esta experiencia participan 20 profesores de Enseñanza Secundaria de las especialidades de Dibujo, Tecnología y Matemáticas. El título de esta actividad es: “Tabletas Digitales como recurso didáctico en la enseñanza (especialmente para la docencia de Expresión Plástica y Visual, Tecnología y Matemáticas)”.

Los objetivos de esta Acción Puntual son:

- 1) Dar a conocer las posibilidades de las Tabletas Digitales como recurso didáctico entre profesores de Enseñanza Secundaria, especialmente en las especialidades de Dibujo, Tecnología y Matemáticas.
- 2) Establecer contactos de colaboración con profesores de Enseñanza Secundaria interesados en el uso de las Tabletas Digitales en contextos educativos.
- 3) Obtener datos de opinión de profesores de Enseñanza Secundaria sobre las Tabletas Digitales como recurso didáctico.

Contexto educativo.

La experiencia práctica se realiza en el aula Timanfaya del Centro de Especialización del Profesorado (CEP) de La Laguna. La coordinación se ha llevado a cabo con Francisca Medina Trujillo (Asesora de Secundaria en el ámbito Científico Tecnológico del CEP La Laguna) y con Juan A. Chico García (Asesor TIC del CEP La Laguna). En la Acción Puntual han participado 20 profesores de enseñanza secundaria de las especialidades de Dibujo, Tecnología y Matemáticas (8 hombres y 12 mujeres).

Diseño Instruccional

Se realiza una sesión teórico práctica de 4 horas en la que se aborda el uso de las tabletas digitales como recurso didáctico en Expresión Plástica y Visual, Tecnología y Matemáticas. Los contenidos expuestos son los que se indican en **Tabla 106**.

TABLA 106: CONTENIDOS DE LA ACCIÓN PUNTUAL: “TABLETAS DIGITALES COMO RECURSO DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA”

Aplicaciones Gráficas para Tabletas Digitales de utilidad en EPV, Tecnología y Matemáticas

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	UTILIDAD EN ASIGNATURAS
INTRODUCCIÓN	Las Tabletas Digitales como recurso en las distintas materias. Características de las Tabletas, software, autonomía de carga, presupuestos, etc.. ¿Por qué Tabletas Digitales en la docencia? Escenario Actual y Escenario Futuro.	En qué áreas o materias se pueden usar como recurso.

VISUALIZADORES DE MODELOS 3D	Aplicaciones que permiten visualizar modelos 3D e interactuar con ellos (rotarlos, zoom, ...) similar a aplicaciones como eDrawing, Reviever o Acrobat 3D.	Asignaturas donde el manejo del volumen sea importante (conceptos geométricos de matemáticas, escultura, productos, arquitectura, mapas...)
MODELADORES 3D	Aplicaciones que permiten crear modelos 3D desde cero. Entre éstos distinguimos los modeladores “orgánicos”, que permiten crearlos como si trabajáramos con barro (similares a Zbrush o a Autodesk Mudbox) orientados a áreas creativas y los modeladores de caras.	Asignaturas donde la creación de objetos en 3D sea importante (Diseño, escultura, arquitectura...)
DIBUJO VECTORIAL	Aplicaciones que trabajan con imágenes vectoriales formadas por objetos geométricos independientes (segmentos, polígonos, arcos, etc.), cada uno de ellos definido por distintos atributos matemáticos de forma, de posición, de color, etc. (similares a CorelDraw o Adobe Illustrator)	Asignaturas orientadas al diseño gráfico editorial.
DIBUJO RASTER	Aplicaciones que trabajan con imágenes rasterizadas, también llamadas mapas de bits, imágenes matriciales o bitmaps, a las que solemos llamar fotos y que podemos generar mediante cámaras digitales, móviles o escáneres y que mediante estas aplicaciones podremos editar de manera similar a aplicaciones tan populares como Photoshop.	Asignaturas orientadas a edición de imágenes fijas
DIBUJO CAD	En este grupo contemplamos distintas aplicaciones que permiten visualizar ficheros CAD 2D “tradicionales” (dxf, dwg,...) y que disponen de ciertas posibilidades de edición	Orientadas al dibujo con dimensiones y con posibilidad de edición

Al finalizar la experiencia de divulgación sobre las Tabletas Digitales como recurso didáctico se realizó un cuestionario a los asistentes (Tabla 107).

Análisis de datos y conclusiones.

TABLA 107: CUESTIONARIO ACCIÓN PUNTUAL: “TABLETAS DIGITALES COMO RECURSO DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA”

Pregunta	Respuesta
1) Si un alumno se presenta en tu aula con una Tableta Digital, ¿se la dejarías utilizar?	95 % (Sí)
2) ¿El centro donde trabajas dispone de Wi-Fi?	30 % (Sí)
3) ¿Hay proyectores en todas las aulas de tu centro?	90 % (No)
4) ¿Utilizas en tu asignatura algún aula de informática de tu centro?	100% (Sí)
5) ¿Estarías dispuesta/o a realizar experiencias puntuales con tus alumnos utilizando como recurso didáctico las Tabletas Digitales?	100% (Sí)

Esta Acción Puntual evidenció el interés de los asistentes por el uso de las Tabletas Digitales como recurso didáctico, dado que el 95% de los profesores manifestaron que permitirían el uso de estos dispositivos a los alumnos que dispusieran de ellas, y el 100% está dispuesto a participar en otras experiencias similares utilizando las Tabletas Digitales como recurso didáctico.



4.3 “*Tablet Viz*”: mejora de las habilidades espaciales utilizando Tabletas Digitales. Ingeniería Agrícola (marzo 2012).

Introducción y objetivos

Esta acción se desarrolló dentro del Proyecto de Innovación Educativa: “Tablet-Viz: Taller de mejora de las relaciones espaciales sobre iPad”. Se complementa con la acción descrita en el apartado 3.21 de este trabajo de Tesis.

Este proyecto consiste en el desarrollo de un “Taller de mejora de las relaciones espaciales” realizado sobre un dispositivo móvil de pantalla táctil de gran formato: el iPad, dentro de un entorno educativo Moodle. En este taller el alumno trabaja con una serie de ejercicios organizados en módulos de creciente grado de dificultad en torno a la construcción de bloques, la identificación de caras y vistas, la discriminación de volúmenes, las rotaciones y, finalmente, las secciones.

El principal objetivo de la realización de este Taller sobre Tabletas Digitales es el de obtener datos cuantitativos para valorar las posibilidades de las Tabletas Digitales como herramienta en la docencia reglada de asignaturas que contemplan como competencia la capacidad de visión espacial.

Contexto educativo.

Como se ha indicado, la realización de este Taller está conectada con la actividad descrita en el apartado 3.21, que básicamente, consistía en la realización de un curso de mejora de habilidades espaciales utilizando dos formatos (2D en papel y modelado 3D en PC).

De los resultados obtenidos se observa que un 13% de alumnos, después de realizar el taller, no son capaces de resolver correctamente ninguno de los ejercicios propuestos. Dicho porcentaje es similar en el caso de papel y de modelado 3D.

Por tanto, de este 13 % se eligen 10 alumnos del Grado de Ingeniería Agrícola de la Universidad de La Laguna y se les propone un Taller de mejora de Habilidades Espaciales. Dicho Taller (*Tablet VIZ*), se diseñó en el marco de la tesis doctoral de Norena Martín-Dorta y originalmente estaba pensado para funcionar en dispositivos móviles tipo iPod Touch o Smartphones (**Imagen 74**).

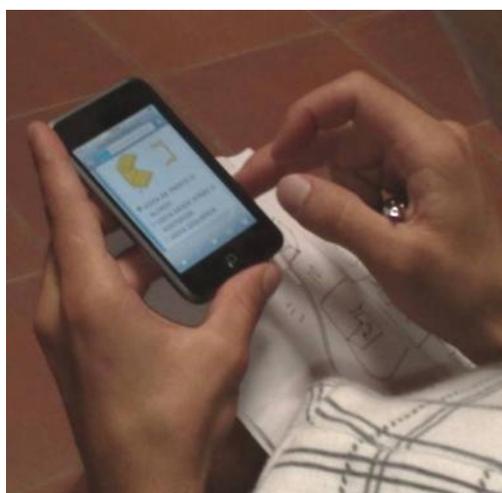


IMAGEN 74: VERSIÓN DEL TABLET VIZ PARA IPOD TOUCH O SMARTPHONES

Diseño Instruccional.

Para llevar a cabo esta actividad, se rediseñó el Taller con el objetivo de realizarlo en Tabletas Digitales. Se trataba de utilizar la pantalla de 10" del iPad y volver a medir los resultados obtenidos por los alumnos y su satisfacción con el taller.

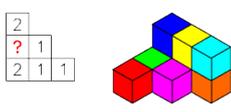
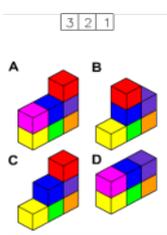
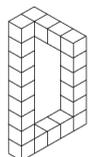
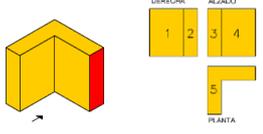
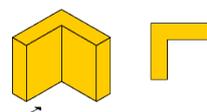
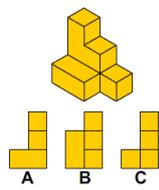
Se entregó a cada alumno una Tableta Digital y con ella realizaron el curso a lo largo de una semana mediante el aula virtual y fuera del horario docente. Cada módulo se iba activando día a día de tal manera que los alumnos debían realizar el Taller en un proceso diario. Una vez acabado el Taller se volvió a realizar una prueba de nivel similar a la descrita en el apartado 3.21 y una encuesta de satisfacción de la práctica realizada.

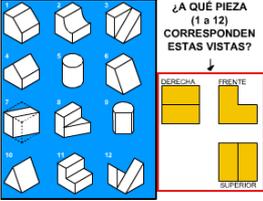
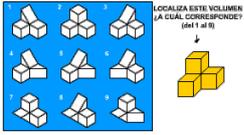
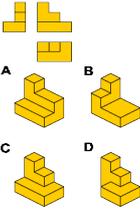
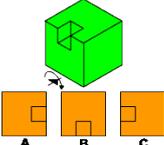
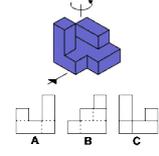
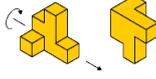
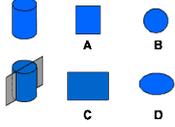
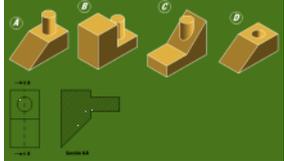
TABLA 108: TEMPORALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD CON EL TALLER TABLET VIZ UTILIZANDO TABLETAS DIGITALES

Semana	Día	Actividades
Semana 1	1	Viernes
	2	Lunes
	3	Martes
	4	Miércoles
Semana 2	5	Jueves
	6	Viernes
	7	Sábado
	8	Domingo
Semana 3	9	Martes

En la Tabla 109 se pueden ver los tipos de ejercicios de cada nivel.

TABLA 109: EJERCICIOS DE CADA NIVEL DEL TALLER TABLET VIZ

	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
MÓDULO 1: Construyendo con bloques	 <p>¿Cuántos cubos faltan?</p>	 <p>¿Qué volumen corresponde a la planta dada? A, B, C ó D</p>	 <p>¿Es posible?</p>	
	10 ejercicios	15 ejercicios	15 ejercicios	
MÓDULO 2: Identificación de caras y vistas	 <p>¿Cuál es la cara coloreada en rojo?</p>	 <p>¿Cuál es la vista que se muestra?</p>	 <p>¿A qué corresponde la vista mostrada?</p>	 <p>¿Qué vista corresponde al modelo isométrico mostrado? A, B ó C</p>
	10 ejercicios	10 ejercicios	6 ejercicios	15 ejercicios

MÓDULO 3: Discriminación de volúmenes	 <p>¿A QUÉ PIEZA (1 a 12) CORRESPONDEN ESTAS VISTAS?</p>	 <p>LOCALIZA ESTE VOLUMEN (¿A CUAL CORRESPONDE? 1-9)</p>	
	¿A qué volumen corresponden estas vistas? 1 a 12	¿A qué volumen corresponde? 1 a 9	¿A qué volumen corresponden estas vistas? A, B, C ó D
	12 ejercicios	9 ejercicios	10 ejercicios
MÓDULO 4: Rotaciones	 <p>¿Qué vista veo si giro la pieza 90°? A, B ó C</p>	 <p>¿Qué vista veo si giro la pieza 90°? A, B ó C</p>	 <p>¿Cuánto tengo que girar la pieza para que se muestre como la segunda? 90, 180, 270</p>
	9 ejercicios	10 ejercicios	10 ejercicios
MÓDULO 5: Secciones	 <p>¿Qué sección produce el plano? A, B, C ó D</p>	 <p>¿Qué pieza tiene la sección que se muestra? A, B, C ó D</p>	
	5 ejercicios	20 ejercicios	

Análisis de datos y conclusiones

Los resultados obtenidos por los alumnos participantes en la experiencia fueron los indicados en la **Tabla 110**.

TABLA 110: MEJORA DEL APRENDIZAJE DESPUÉS DE UTILIZAR EL TALLER TABLET VIZ

	Ejercicio Obtención de Vistas (% de mejora)	Ejercicio dibujar Perspectiva (% de mejora)
Antes del taller Tablet VIZ	0%	0%
Después del taller Tablet VIZ	100%	100%

Como se puede observar, el taller ha tenido una influencia claramente positiva en las habilidades espaciales de dichos alumnos. Para completar el estudio, utilizando el entorno virtual del Taller, se pasó un cuestionario de satisfacción con los resultados que se reflejan en la **Tabla 111**.

TABLA 111: CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DEL TALLER TABLET VIZ

Pregunta	% de respuestas afirmativas
¿Hubiera preferido hacer el curso en un dispositivo móvil tipo iPhone?	17%
¿Crees que has mejorado tu habilidad espacial con el curso?	100%
¿Hubieras preferido realizar el curso en papel?	0%
¿Hubieras preferido realizar el curso en PC?	33%

Una vez realizada esta actividad se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- 1) La realización del taller Tablet VIZ sobre tableta digital consigue que todos ellos alcancen un nivel óptimo de habilidades espaciales.
- 2) Los alumnos prefieren (83%) realizar este taller en dispositivos de pantalla grande (tipo iPad) frente a dispositivos de pantalla pequeña (tipo iPod Touch o Smartphone)
- 3) El 100% de los alumnos prefiere el taller (Tablet VIZ) en su formato de tableta digital antes que en el formato papel.
- 4) El 66% de los alumnos prefiere el taller (Tablet VIZ) en su formato para tableta digital antes que en el formato PC.
- 5) El 100% de los alumnos percibe que el taller (Tablet VIZ) ha mejorado sus habilidades espaciales.



4.4 Material Didáctico Digital para la realización de prácticas de laboratorio con soporte de Tabletas Digitales. Farmacia (abril 2012).

Introducción y objetivos

La aparición de las Tabletas Digitales supone un nuevo medio de comunicación con el alumno. Las Tabletas Digitales, están penetrando poco a poco en el alumnado, pero los contenidos digitales realizados hasta ahora están pensados para ser visualizados sobre soporte PC (sea fijo o portátil). La movilidad de estos dispositivos ofrecen nuevas posibilidades para la docencia.

Aunque existan pocos materiales digitales pensados para Tabletas Digitales, la aparición de nuevos formatos de publicación digital hace pensar que el panorama va a cambiar en muy poco tiempo, dado que en estos formatos se integran todo tipo de medios (texto, video, sonido, gráficos animados, modelos 3D, cuestionarios,...) que permiten la creación de contenidos con nuevas posibilidades didácticas.

En este sentido se aborda, la posibilidad de generar un material didáctico para la realización de prácticas de laboratorio utilizando como soporte la Tabletas Digitales e integrarlo en la práctica docente de la asignatura de Inmunología del Grado de Farmacia en la Universidad de La Laguna.

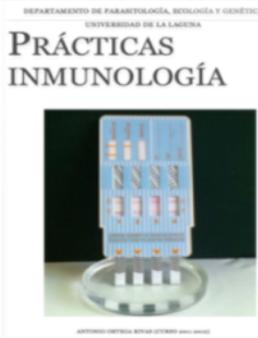
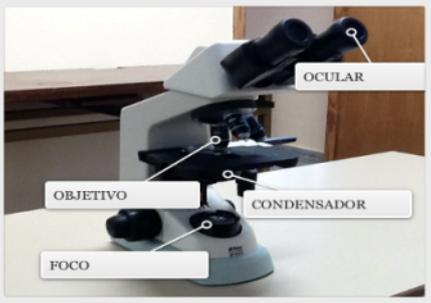
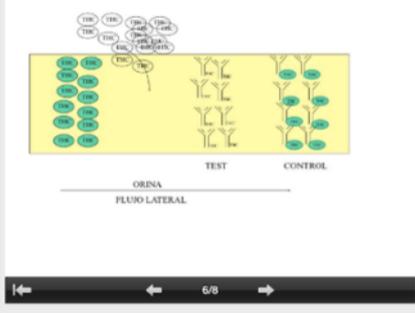
Como objetivos de esta experiencia están:

- 1) Diseñar y crear un material didáctico digital, con gran aporte gráfico, dirigido a la realización de prácticas y orientado a su visualización en soportes multitáctiles tipo Tableta Digital.
- 2) Mejorar la información que el alumno obtiene de cara a la realización de prácticas en laboratorio. Para ello, se pretende que se utilice el soporte de Tabletas Digitales como libreta de laboratorio, donde no sólo tengan toda la información de la práctica sino que incluso puedan enviar los resultados de la misma desde el laboratorio donde se imparten las prácticas.
- 3) Realizar una experiencia de adaptación de la metodología docente en el laboratorio utilizando las Tabletas Digitales y el material creado para ellas.

Criterios de diseño

El material multimedia ha sido desarrollado con la aplicación iBooks Author, que permite la creación y edición de libros digitales multimedia en formato iBooks. Para el diseño del libro ha sido necesario realizar previamente el materia audiovisual (videos, fotos, modelos 3D,...) que compone el contenido del libro (Tabla 112). Para la realización de estos materiales se utilizó el propio iPad como equipo de grabación de vídeo y cámara fotográfica.

TABLA 112: CONTENIDOS MULTIMEDIA DEL LIBRO ELECTRÓNICO “PRÁCTICAS DE INMUNOLOGÍA”

<p style="text-align: center;">iBooks</p> <p>El material multimedia para las prácticas de Inmunología se encuentra empaquetado en archivo para su visualización por medio de la aplicación iBooks.</p> <p style="text-align: center;">Portada del libro:</p> <p style="text-align: center;">Prácticas de Inmunología</p>	
<p style="text-align: center;">Videos explicativos</p> <p>En los videos se ofrece información detallada de diferentes procesos y operaciones que se realizan en el laboratorio de inmunología. Se han realizado dos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proceso de extracción de sangre - Frotis sanguíneo y tinción 	<p style="text-align: center;">PELÍCULA 2.1 EXTRACCIÓN DE SANGRE</p> 
<p style="text-align: center;">Gráficos interactivos</p> <p>Estos gráficos nos permiten explicar detalladamente los diferentes componentes y materiales que se necesitan en el laboratorio. Se han realizado dos gráficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema óptico del microscopio - Sistema mecánico del microscopio 	<p style="text-align: center;">IMAGEN INTERACTIVA 3.1 SISTEMA ÓPTICO</p> 
<p style="text-align: center;">Galerías de Fotos</p> <p>Documentación digital del aparataje, material, reactivos y útiles necesarios para las prácticas de inmunología. Se han realizado ocho galerías de fotos, con un total de 30 fotos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Test de embarazo y test de drogas - Reactivos para tinción - Reactivos para test de Coombs - Inmunodifusión radial - Células del sistema inmune - Anticuerpos para Rh y grupo sanguíneo - Tubos de conservación de sangre 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="829 1265 1077 1601"> <p style="text-align: center;">GALERÍA 2.1 Códigos de colores estandarizados para las diferentes presentaciones comerciales de los tubos.</p>  <p style="text-align: center;">TAPÓN VIOLETA: Con anticoagulante EDTA. Se utiliza para hemograma.</p> </div> <div data-bbox="1093 1265 1340 1601"> <p style="text-align: center;">GALERÍA 2.1 Códigos de colores estandarizados para las diferentes presentaciones comerciales de los tubos.</p>  <p style="text-align: center;">TAPÓN ROJO: Tubo seco sin anticoagulante, se obtiene suero tras retracción del coágulo.</p> </div> </div>
<p style="text-align: center;">Presentaciones de diapositivas</p> <p>Presentaciones que simplifican o esquematizan diferentes reacciones o elementos de diagnóstico empleados en las prácticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Funcionamiento de un test de drogas 	 <p style="text-align: center;">Presentación sobre el funcionamiento del test de drogas</p>

Modelo 3D

Modelo 3D del modelo de Microscopio utilizado en el laboratorio.

- Utilizado como elemento gráfico de soporte

***Diseño Instruccional***

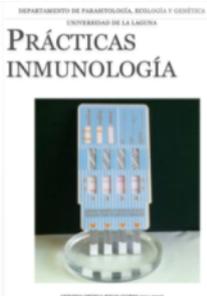
La metodología empleada en las prácticas ha estado condicionada en primer lugar por la necesidad de que los alumnos dispongan de un iPad para que los alumnos puedan visualizar el material multimedia desarrollado a lo largo de este proyecto. Por lo que, tanto el profesor como los alumnos, van a disponer de esta herramienta a lo largo de la realización de las prácticas. Debido a ello se usan las utilidades complementarias que permiten esta herramienta (conexión wifi, cámara de fotos,...) junto con la existencia de un aula virtual en la asignatura para diseñar una nueva metodología de prácticas.

El material y la estrategia del proceso de enseñanza y aprendizaje se desglosa de la siguiente forma:

1. Material con el que cuenta el profesor.
2. Material con el que cuenta el alumno .
3. Metodología del profesor en las prácticas.
4. Metodología del alumno en las prácticas .

Para el desarrollo de las prácticas y en la adaptación de la metodología utilizada a los nuevos recursos tecnológicos disponibles el profesor cuenta con el material descrito en la **Tabla 113**.

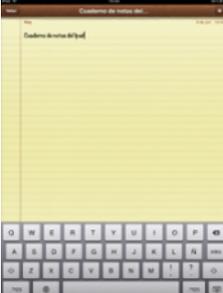
TABLA 113: MATERIAL DEL PROFESOR

<p>IPAD</p> <p>Se usaron dos unidades iPad 2, que fueron empleadas simultáneamente por el profesorado del laboratorio de prácticas.</p>		<p>CUADERNO DE PRÁCTICAS EN FORMATO IBOOK</p> <p>Contaremos con el material multimedia desarrollado para poderlo utilizar en el momento de las prácticas</p>	
<p>CONEXIÓN WIFI AL AULA VIRTUAL</p> <p>Para acceder a los contenidos del aula virtual y a cualquier consulta en la red de forma inmediata</p>		<p>CÁMARA DE FOTOS PARA RESULTADOS</p> <p>La tableta digital cuenta con una cámara de fotos.</p>	
<p>CUADERNO DE NOTAS Y ADOBE IDEAS</p> <p>Se utiliza el cuaderno de notas del iPad, para anotar observaciones. Con Adobe Ideas se utiliza la Tableta como una pizarra digital multimedia.</p>		<p>ENCUESTAS Y CUESTIONARIOS EN EL AULA</p> <p>Estas nos sirven para realizar cuestionario de conocimientos previos y para la evaluación de diferentes procedimientos empleados en el laboratorio</p>	

<p>APPLE TV PARA CONEXIÓN INALÁMBRICA AL PROYECTOR</p> <p>El sistema Apple TV permite conectar los dispositivos iOS con el proyector de forma inalámbrica.</p>		<p>PIZARRA ELECTRÓNICA</p> <p>El sistema Apple TV junto con la aplicación Adobe Ideas, permite utilizar la pantalla del iPad como una pizarra digital multimedia.</p>	
---	---	--	---

Para el desarrollo de las prácticas y en la adaptación de la metodología utilizada a los nuevos recursos tecnológicos disponibles el alumno cuenta con el material descrito en la **Tabla 114**.

TABLA 114: MATERIAL DEL ALUMNO

<p>MICROSCOPIO ÓPTICO</p> <p>Para la visualización de muestras biológicas</p>		<p>REACTIVOS Y MATERIAL DE LABORATORIO</p> <p>Empleados para el desarrollo de las prácticas</p>	
<p>IPAD</p> <p>Las tabletas digitales empleadas por los alumnos (14) fueron cedidas por el grupo de investigación DEHAES de la Universidad de La Laguna.</p>		<p>CUADERNO DE PRÁCTICAS EN FORMATO IBOOK</p> <p>El alumno cuenta con este material de consulta en lugar de los pdf que se empleaban en los cursos anteriores.</p>	
<p>CONEXIÓN WIFI AL AULA VIRTUAL</p> <p>Para acceder a los contenidos del aula virtual y a cualquier consulta en la red de forma inmediata</p>		<p>ENCUESTAS Y CUESTIONARIOS EN EL AULA</p> <p>El alumno tendrá que responder a diferentes encuestas y cuestionarios a lo largo de las prácticas de laboratorio.</p>	
<p>CÁMARA DE FOTOS PARA RESULTADOS</p> <p>La tableta digital cuenta con una cámara de fotos, con la que puede sacar fotos de los resultados obtenidos en las prácticas.</p>		<p>CUADERNO DE NOTAS</p> <p>La propia tableta digital le al alumno de cuaderno de notas para cualquier observación que haga falta tener en cuenta.</p>	

Con todos estos elementos el profesor y los alumnos han realizado diversas actividades, tal y como se describe en la **Tabla 115** y la **Tabla 116**.

TABLA 115: ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL PROFESOR DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE INMUNOLOGÍA

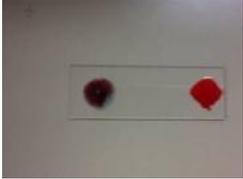
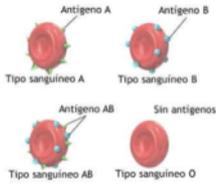
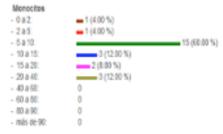
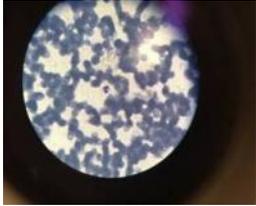
Utilizar como pizarra la Tableta Digital con conexión inalámbrica al proyector	
El sistema Apple TV permite estar conectado de forma inalámbrica con el proyector en todo momento.	
Se realizan fotos de los resultados obtenidos en la práctica por un alumno determinado y se emplean para hacer una explicación a todo el alumnado, proyectando la imagen en la pantalla y además se pueden hacer anotaciones e indicaciones en ella.	
 <p>Imagen fotografiada</p>	 <p>Imagen editada en el iPad</p>
Explicar con el proyector	Desplazarse por el laboratorio libremente siempre conectado con el proyector
El contenido de las prácticas se explica con el proyector que se encuentra instalado en el laboratorio.	El sistema Apple TV permite movernos libremente por el laboratorio, lo que posibilita seguir con las explicaciones, poder acceder a las consultas de los alumnos y además proyectarlas en la pantalla. De esta forma le damos más fluidez a la práctica y evita que estemos anclados al puesto de proyección.
	
Grabación de vídeos en la sesión	Encuestas y cuestionarios en el aula
Poder grabar en vídeo secuencias importantes de la práctica para que los alumnos lo vean en directo (extracción de sangre).	Visualizar los resultados obtenidos por los alumnos de una práctica (contaje celular), proyectarlos en la pizarra y comentarlos en tiempo real con los alumnos.
	

TABLA 116: ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS ALUMNOS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE INMUNOLOGÍA

El alumno cuenta en el iPad con el cuaderno de prácticas digital dentro de la galería de iBooks,	
 <p>Portada del cuaderno de prácticas digital</p>	 <p>Alumnas realizando cuestionario de conocimientos en el laboratorio para comprobar que todos han leído las medidas de seguridad</p>
Hacer fotos de los resultados	
El alumno puede hacer fotos de los resultados de la práctica con el iPad y compartirlos con los demás compañeros en la pantalla empleando el apple TV.	  
Por otro lado, aquellos alumnos que disponen de iPhone pueden tomar sus propias fotos y compartirlas con el resto de la clase. En concreto, este aparato, el iPhone, se ha comprobado que se pueden realizar fotos de gran calidad desde el objetivo del microscopio.	

Cuestionario en el aula virtual

El alumno realiza cuestionario de conocimientos en el laboratorio para comprobar que todos han leído las medidas de seguridad además de encuestas para poner los resultados del recuento leucocitario de tal manera que el profesor puede proyectar en pantalla los resultados agregados de todos los grupos de prácticas



Se realizó una prueba piloto con los alumnos de 2º de Grado de Farmacia en la asignatura de “Inmunología y hematología”, grupo de prácticas 2.2 formado por 24 alumnos. Las prácticas se realizaron los días 24 al 30 de abril de 2012. Los alumnos tiene que responder a un cuestionario de satisfacción (Tabla 117) al final de la misma.

TABLA 117: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

1	¿Tienes o empleas alguna tableta digital?
2	¿Tienes o empleas un iPad?
3	¿Tienes en mente comprarte una tableta digital o un iPad?
4	¿Han servido estas prácticas para animarte?
5	¿Estás familiarizado con el empleo de esta tecnología?
6	¿Has empleado con anterioridad este tipo de dispositivos en la realización de actividades docentes?
7	En caso afirmativo di en qué tipo de actividades
8	¿Qué te ha parecido el empleo de una tableta digital en prácticas?
9	¿Crees que tendría utilidad en otro tipo de actividades docentes?
10	¿Crees que tiene utilidad en otras asignaturas?
11	¿Te ha resultado sencillo su manejo?
12	¿Crees que ha sido positiva su utilización?
13	¿Para qué actividades crees que le has sacado más provecho?
14	¿Crees que es un valor añadido a las prácticas o simplemente es una forma distinta de presentarlas?
15	¿Piensas que este tipo de herramientas tiene utilidad en la vida profesional?
16	¿En qué aspectos crees que ha sido positivo su uso?
17	¿En qué aspectos crees que su aportación no ha sido valiosa?
18	¿Qué aportaciones crees que puede esta tecnología aportar a la docencia?
19	¿Qué te ha aportado el empleo de una tableta digital en prácticas?
20	¿Cuál es tu opinión sobre los contenidos presentados?
21	¿Has utilizado este tipo de herramientas en otras actividades?
22	¿Conoces de alguna asignatura donde empleen tabletas digitales?

Análisis de datos y conclusiones

Del cuestionario de satisfacción se pueden extraer los siguientes datos significativos:

- **99%** el uso del iPad en las prácticas le ha parecido útil o muy útil.
- **90,5%** prefiere el soporte digital utilizado al soporte de papel tradicional
- **95,2%** considera que el material multimedia utilizado mejora su aprendizaje

- **100%** considera que el uso de la tableta digital de manera inalámbrica les parece adecuado para la realización de las prácticas
- **95%** considera que conectar con el proyector desde su propia tableta es útil para el desarrollo de la práctica.
- **100%** considera que disponer de acceso a internet desde la tableta digital durante la práctica le resulta útil.
- **4,76%** considera que disponer de internet en las prácticas les distrae en su aprendizaje.



4.5 Tabletas Digitales para la gestión de grupos de trabajo en educación. Ingeniería Agrícola e Ingeniería Informática (abril-mayo 2012).

Introducción y objetivos

Como se ha comentado en el marco teórico de este trabajo de tesis, en los procesos de convergencia educativa han adquirido especial importancia la adquisición de competencias como resultado del proceso de aprendizaje del alumno que le permita dar respuestas a las exigencias que plantea la sociedad. Entre las competencias a desarrollar para llevar a cabo ese cometido están la capacidad de trabajo en grupo y el dominio de las TIC (Comisión de las Comunidades Europeas 2006). El objetivo de este apartado será incluir el uso de las tabletas digitales como herramienta de gestión de grupos de trabajo, haciendo un uso combinado de varias aplicaciones (Tabla 118).

Contexto educativo.

Por este motivo, desde la aparición de los nuevos grados de Ingeniería de la Universidad de La Laguna, en la asignatura de Expresión Gráfica de primer curso se incluye en su metodología docente un trabajo de simulación gráfica de un proyecto de ingeniería. Dicho trabajo debe realizarse en grupos de entre tres a cinco miembros.

Diseño Instruccional

Durante el curso 2011-2012, en los grados de Ingeniería Informática e Ingeniería Agrícola se ha realizado un trabajo en grupo con una duración de siete semanas. Cada grupo debía generar un mínimo de diez planos en pdf, así como un ensamblaje en Autodesk Inventor y un video resumen de todo su proyecto.

Aunque todos los trabajos propuestos a los estudiantes tienen un esquema común, cada grupo puede elegir el objeto de diseño. Por lo tanto, para coordinar un número considerable de grupos diferentes, se planteó el uso de recursos que utilizando tabletas digitales permitieran una correcta gestión y evaluación de los mismos. Las necesidades eran varias.

1. Un entorno común donde trabajar de forma colaborativa entre los miembros de un mismo grupo y el profesor. Las aplicaciones para gestionar esta parte del trabajo están descritas en el apartado 2.1.5.1.
2. Una herramienta para la gestión y control de los grupos por parte del profesor. Las aplicaciones para gestionar esta parte del trabajo están descritas en el apartado 2.1.5.2.
3. Unas herramientas para la visualización, anotación de comentarios y correcciones durante el proceso de trabajo. Las aplicaciones para gestionar esta parte del trabajo se describen en el apartado 2.1.5.3.
4. Herramientas para realizar el acceso remoto desde la Tableta Digital al ordenador del profesor donde acceder a los ficheros realizados en software nativo (Autodesk Inventor, AutoCad, SketchUp,..) y trabajar de manera colaborativa en el proceso de realización del ejercicio propuesto. Las aplicaciones para gestionar esta parte del trabajo se describen en el apartado 2.1.5.4.

TABLA 118: APPS UTILIZADAS PARA LA GESTIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO EN EDUCACIÓN

Necesidades	Aplicación escogida	
Creación de entornos de trabajo en grupo		Dropbox
Gestión de grupos de trabajo.		TeacherKit
Visualización, anotación y corrección de trabajos.		Notability
Acceso remoto desde tabletas digitales.		LogMeIn

Esta aplicación gratuita era conocida por la mayoría de los estudiantes y dispone de conexión directa con muchas otras aplicaciones de las Tabletas Digitales.

Permite al docente organizar las clases haciendo un seguimiento de la asistencia, calificaciones y el comportamiento de los estudiantes de una forma muy amigable y sencilla. Es gratuita y está conectada con Dropbox.

Muy fácil de usar, permite escritura manual y tipográfica, grabar voz, insertar, editar fotos y figuras y está conectada con Dropbox (además de otros espacios en la nube como Box, Google Drive).

Control del PC o Mac directamente desde el dispositivo móvil. Es necesaria una conexión Wi-Fi o 3G, para controlar de forma remota un ordenador tal y como si se estuviera sentado frente a él. Existen diversas aplicaciones de este tipo, pero se utiliza LogMeIn por estar familiarizados con su utilización en acceso remoto entre Pc.

Como se ha comentado, en la Universidad de La Laguna la asignatura de Expresión Gráfica de primer curso incluye en su metodología docente un trabajo en grupo de simulación gráfica de un proyecto de ingeniería. Durante el curso 2011-2012 en los grados de Ingeniería Informática e Ingeniería Agrícola (200 alumnos en 30 grupos de trabajo) se ha llevado a cabo una experiencia práctica utilizando las herramientas descritas para la gestión de este trabajo en grupo. Como resultado de ese trabajo, los alumnos generan durante el proceso gran cantidad de información digital en múltiples formatos (pdf, video, Autodesk Inventor, jpg,...)

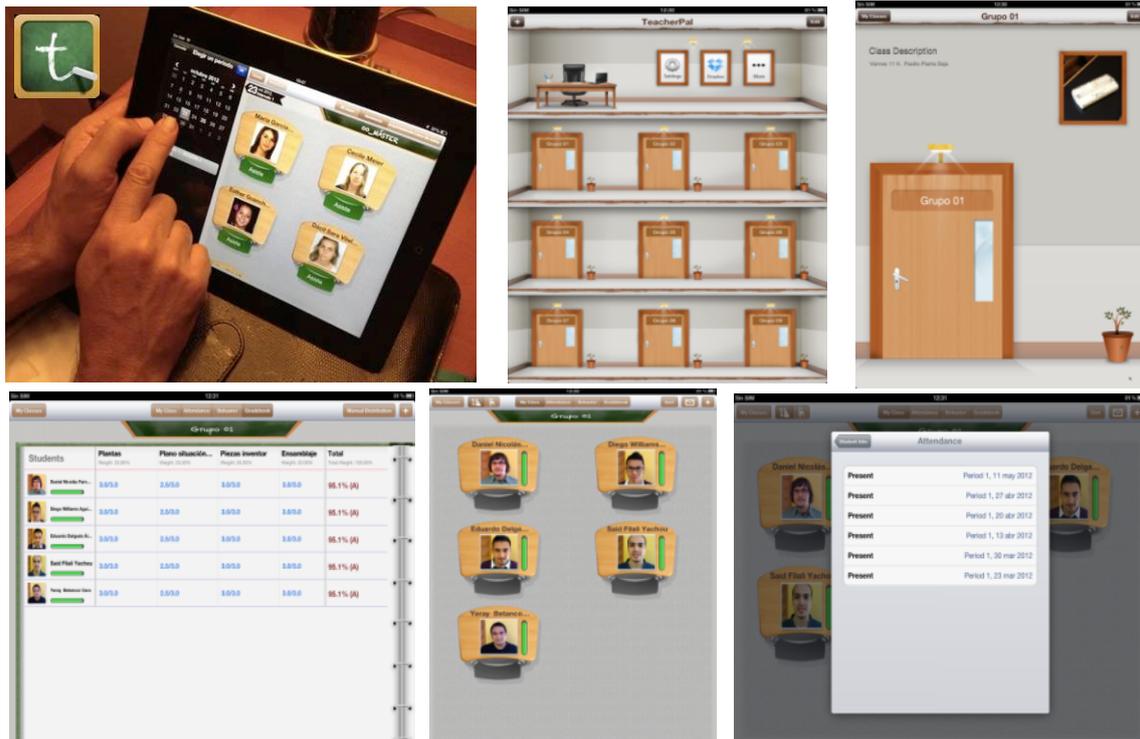


IMAGEN 75: GESTIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO CON TEACHERKIT

Aunque la asignatura de Expresión Gráfica dispone de aula virtual que tienen distintas herramientas para el trabajo colaborativo, éstas no son adecuadas para usar en una parte importante del trabajo como por ejemplo trabajar de forma simultánea sobre un conjunto ensamblado de piezas creadas por los distintos miembros del grupo. En este ejemplo, mientras unos editan y modifican una pieza otros pueden ir creando una animación de su montaje y otros sus planos. Todo ello planificado por el coordinador del grupo y supervisado por el profesor, realizando de esta forma una simulación de procesos de ingeniería concurrente. Sin embargo utilizando Dropbox esto ha sido posible.

Además, para acceder al espacio común existen todo tipo de posibilidades. En la red, desde el propio ordenador o desde la aplicación de Dropbox tanto para dispositivos móviles iOS (iPad, iPhone, iPod Touch) como para dispositivos Android (tabletas digitales y Smartphones).

Para supervisar de forma parcial la evolución los trabajos se indicó a los alumnos que fueran generando información en formato pdf (planos y memoria). De esta forma se pudo realizar una corrección continua de los trabajos desde la tableta digital utilizando una aplicación de anotaciones que permitiera hacer todo tipo de anotaciones de forma rápida. La fluidez con que se realizaba el proceso corrección de los trabajos fue muy bien valorada por los alumnos Para realizar este trabajo se utilizó la app Notability.

Sin embargo, aunque las posibilidades de coordinar y supervisar el trabajo de los grupos con tabletas digitales son realmente importantes dado que con estos dispositivos se pueden visualizar y editar todo tipo de formatos estándar (pdf, dwg, dxf, word, excel, powerpoint, etc), en la asignatura de Expresión Gráfica utilizamos software de ingeniería como Autodesk Inventor y las tabletas digitales no pueden trabajar con los ficheros nativos de este tipo de programas, para poder intervenir y evaluar en las fases tempranas del diseño, antes de generar la información digital más estandarizada como planos en pdf o dxf, vídeos de montaje o ensamblaje en formato avi o windows media, etc.

Para corregir ese inconveniente y aprovechar al máximo las posibilidades de movilidad y autonomía de las tabletas digitales se utilizó una aplicación de acceso remoto que nos permite acceder al ordenador en el que tenemos todos los programas necesarios para el desarrollo de los trabajos de la asignatura y de esa forma por ejemplo, podemos ejecutar Autodesk Inventor, acceder al espacio común de Dropbox de un grupo e intervenir en tiempo real en el diseño del ensamblaje que tenían que realizar. En nuestro caso, para realizar el acceso remoto utilizamos LogMeIn.

Revisión de los planos pdf con Notability



Utilización de LogMeIn en el iPad para acceso a los trabajos realizados con Autodesk Inventor.



IMAGEN 76: GESTIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO REVISANDO LA EVOLUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Análisis de datos y conclusiones

La implementación de esta metodología y estas herramientas ha sido sencilla tanto para los profesores como para los alumnos. La gestión de los trabajos de los alumnos ha mejorado con respecto a cursos anteriores. Este sistema ha permitido mayor interacción entre los miembros del grupo y el profesor. Debido a esto, la calidad de los trabajos realizados ha sido superior a cursos anteriores.

Se puede calificar globalmente la experiencia como muy satisfactoria y para el curso 2012-2013 se ha adoptado esta metodología en asignaturas afines (Ingeniería Electrónica y Obras Públicas).



4.6 Tabletas Digitales para la enseñanza de la ilustración de moda. EASD Fernando Estévez (abril 2012).

Introducción y objetivos

Uno de los objetivos de este trabajo de Tesis (punto 1.3) es la Realización de cursos y materiales específicos para los procesos de enseñanza y aprendizaje en áreas con necesidades gráficas. En esta experiencia se pretende Realizar un análisis de las aplicaciones existentes de utilidad en la enseñanza del dibujo de moda y artístico en general y, por otro lado, realizar una toma de datos sobre una experiencia práctica de las posibilidades de las Tabletas Digitales como recurso educativo en disciplinas de creación artística.

Contexto educativo

Esta experiencia se realizó en el curso 2011-2012 con 16 alumnos del Ciclo Formativo de Grado Superior de Artes Plásticas, Diseño y Modelismo de Indumentaria en la Escuela de Arte y Superior de Diseño Fernando Estévez (Santa Cruz de Tenerife). Este es el único centro de Enseñanza Secundaria de la isla dedicado exclusivamente a la enseñanza de las Artes. Se imparte el Bachillerato de Arte, Ciclos Formativos de Grado Superior y de Grado Medio.

Se tutoriza y planifica para la asignatura Modelismo de 2º curso en coordinación con D. Bruno Miguel Loiseau Costa y se ha integrado en su periodo de prácticas en el mencionado centro. Esta experiencia se incluye en la Unidad Didáctica: “El Figurín de Moda” y forma parte de su Trabajo Fin de Máster.

Diseño Instruccional

La Acción Puntual se realizó en el salón de actos del centro, utilizando 16 iPads (8 iPads 1 y 8 iPads 2) 10 lápices stylus. Después de realizar una valoración de varias aplicaciones, se ha elegido para utilizar en dicha experiencia la app Autodesk SketchBook Pro en su versión 2.3. Esta aplicación tiene una versión semejante para ordenador y su flujo de trabajo se asemeja a muchas herramientas de dibujo digital (gestión de capas, pinceles,...)

A pesar de realizar un análisis de varias apps específicas para dibujo de moda, para la Acción Puntual (de sólo 2 horas) se ha optado por una aplicación sencilla en su uso, fácil de aprender y que funcione de forma parecida a las técnicas tradicionales de dibujo y pintura.

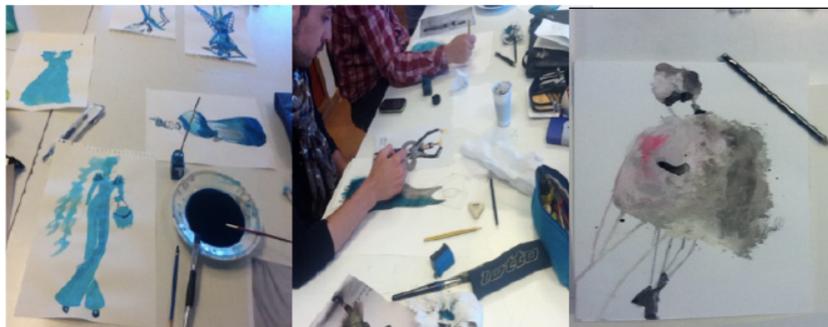
Para la realización de esta experiencia práctica ha sido necesaria una fase previa en la que se da formación al coordinador de la experiencia en el uso general de las Tabletas Digitales y específico de aplicaciones gráficas aplicables al contexto de la moda, disponibles para dichos dispositivos. Una vez realizada la formación, el coordinador utiliza las Tabletas Digitales como recurso personal en el desarrollo de sus clases, realizando ilustraciones y explicaciones en las sesiones con los alumnos del centro donde desarrolla su periodo de prácticas externas.

Finalmente, se realiza una experiencia práctica en el Salón de Actos del centro con alumnos de segundo curso. A dicha Acción Puntual se le da el nombre de: “Taller de Creación y Dibujo Digital con iPad y SketchBook Pro”.

TABLA 119: TEMPORALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE USO DE TABLETAS DIGITALES EN LA ENSEÑANZA DE LA ILUSTRACIÓN DE MODA

Sesión		Actividades
Sesión 1		Entrega de los dispositivos Formación general en el uso de las Tabletas Digitales
Sesión 2	FORMACIÓN PREVIA	Formación en aplicaciones gráficas sobre Tabletas Digitales: Adobe Ideas, Adobe Photoshop Touch y SketchBook Pro
Sesión 3		Búsqueda y análisis de aplicaciones específicas para ilustración de moda
Sesión 4	ACCIÓN PUNTUAL	“Taller de Creación y Dibujo Digital con iPad y Autodesk SketchBook Pro”

Cabe resaltar que como consecuencia del proceso de formación, el coordinador, Bruno Miguel Loiseau Costa, realizó un trabajo previo de experimentación (*Imagen 78*) con el doble objeto de familiarizarse con las tecnologías (tableta y aplicaciones) y a la misma vez utilizar dicho material como recurso docente. Los dibujos buscaban realizar el mismo trabajo que en soporte tradicional con la ilustración de figurines a partir de la mancha (*Imagen 77*).

**IMAGEN 77:** TRABAJOS DE MANCHA SOBRE PAPEL**IMAGEN 78:** TRABAJOS DE EXPERIMENTACIÓN DE BRUNO MIGUEL LOISEAU COSTA

Después de esta fase de aprendizaje y experimentación se realizó un taller que duró 2 horas y consistió en un ejercicio de dibujo partiendo de la mancha, similar a los realizados con técnicas tradicionales en sesiones de clases anteriores.

Durante 45 minutos se explica el manejo del iPad y las nociones básicas de la app Autodesk SketchBook. Tras esa breve fase de formación, los alumnos realizan, durante 60 minutos, ejercicios de dibujo libre, partiendo de la mancha, como los realizados con técnicas de ilustración tradicional (Imagen 79 e Imagen 80). Finalmente los últimos 15 minutos, realizan un cuestionario de satisfacción de uso del iPad en la Acción Puntual.



IMAGEN 79: REALIZANDO EL “TALLER DE CREACIÓN Y DIBUJO DIGITAL CON IPAD Y AUTODESK SKETCHBOOK PRO”

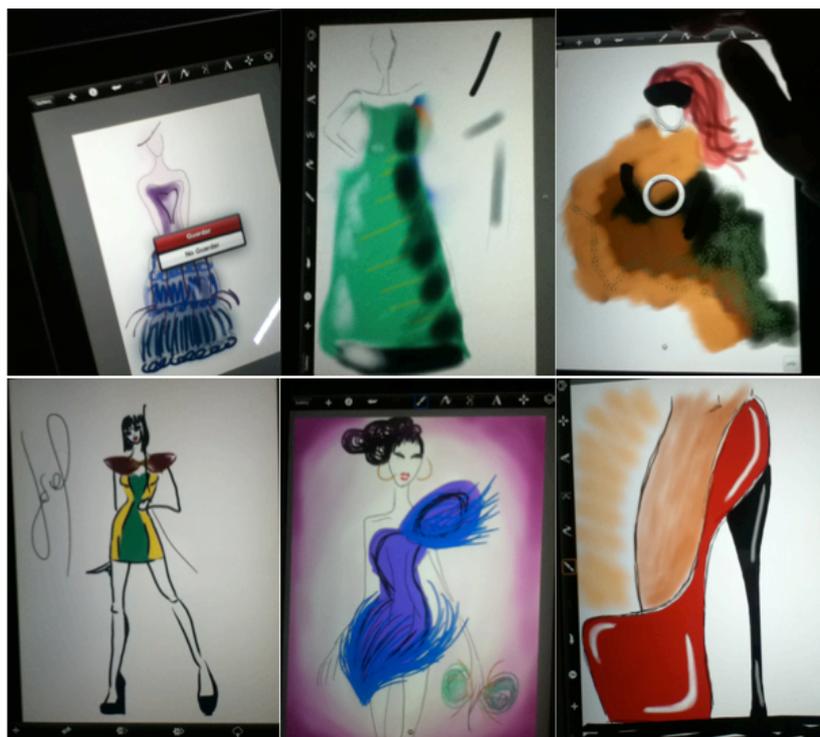


IMAGEN 80: EJEMPLOS DEL “TALLER DE CREACIÓN Y DIBUJO DIGITAL CON IPAD Y AUTODESK SKETCHBOOK PRO”

Análisis de datos y conclusiones

Una vez realizada la Acción Puntual los alumnos realizan un cuestionario de satisfacción (Tabla 120).

TABLA 120: CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DE LA ACCIÓN PUNTUAL: TALLER DE CREACIÓN Y DIBUJO DIGITAL CON IPAD Y SKETCHBOOK PRO

Nº	Pregunta	Promedio (Sobre 10)
1	Dibujar en el iPad es mas fácil con respecto al uso de la técnica convencional como el lápiz o pincel.	5,3
2	La Tableta Digital permite hacer un uso expresivo de las técnicas de ilustración artísticas.	6,0
3	El resultado final de los dibujos realizados en el iPad me satisface.	8,0
4	Prefiero dibujar con las herramientas convencionales (lápices, pinceles, ..) que con una Tableta Digital.	7,8
5	Creo que la Tableta Digital me puede ser útil como creador.	8,7
6	La Tableta Digital me va a permitir desarrollar mejor mi creatividad.	5,8
7	El uso, en general, de la Tableta Digital resulta sencillo.	7,5
8	El uso, en general, de la Tableta Digital me parece interesante.	8,0
9	La Tableta Digital como herramienta creativa ha satisfecho mis expectativas.	7,7
10	La utilidad de la Tableta Digital para la creación de figurines de moda es buena	7,2

Teniendo en cuenta los objetivos planteados para esta experiencia, podemos concluir que:

A pesar de existir aplicaciones específicas para el dibujo de moda, el uso de la pantalla de forma similar a un papel o lienzo con una aplicación sencilla de dibujo ha supuesto un elemento de mucho interés por parte de los participantes.

Sin embargo, en lo que se refiere al dibujo de boceto tradicional, prefieren las técnicas convencionales de papel, lienzo lápiz, pinceles, etc. No obstante, los participantes valoran muy bien a las Tabletas Digitales como herramienta a usar en sus procesos creativos.

Por tanto, dado que en los estudios de este Ciclo Superior dispone de asignaturas de creación con técnicas convencionales y asignaturas con técnicas digitales, por sus características de facilidad de uso, autonomía de carga, movilidad y gestualidad de la interfaz, este tipo de dispositivo puede ser una herramienta que integre estos dos entornos de creación.



4.7 Tabletas Digitales para la enseñanza de la ilustración gráfica. EASD Fernando Estévez (abril 2012).

Introducción y objetivos

Continuando con lo comentado en el apartado 4.6, se va diseñar una experiencia con varios objetivos concretados en: realizar un análisis de las aplicaciones existentes para Tableta Digital, de utilidad en la enseñanza de ilustración, experimentar con estas aplicaciones y crear material orientado a la docencia de ilustración gráfica, y finalmente, tomar datos sobre una experiencia práctica de la posibilidades de las Tabletas Digitales como recurso educativo en disciplinas de creación artística.

Contexto educativo

Esta experiencia se realiza en el mismo centro del apartado 4.6 pero en la asignatura Proyectos de Ilustración II, con 15 alumnos de 2º curso del Ciclo Superior Ciclo Formativo de Grado Superior de Ilustración. La coordinación corre a cargo de D. Armando José Ruiz Yepes,

Diseño Instruccional

Se han utilizado 7 iPads 1 y 8 iPads 2. Después de realizar una valoración de varias aplicaciones, se han elegido para utilizar en dicha experiencia la app Autodesk SketchBook Pro (versión 2.3), Adobe Photoshop Touch e iDraw. Estas aplicaciones sirven para valorar las posibilidades gráficas en ilustración que pueden tener las Tabletas Digitales, tanto para imagen ráster como para imagen vectorial.

A pesar de realizar un análisis de varias apps específicas para dibujo e ilustración, para la Acción Puntual (de sólo 2 horas) se ha optado por estas tres apps que son una alternativa para Tabletas Digitales a las que usan habitualmente en sus clases con PC/Mac.

Igual que en el apartado anterior, para la realización de esta experiencia práctica ha sido necesaria una fase previa en la que se da formación al coordinador en el uso general de las Tabletas Digitales y específico de aplicaciones gráficas aplicables al contexto de la ilustración gráfica, disponibles para dichos dispositivos. Una vez formado, el coordinador utiliza las Tabletas Digitales como recurso personal en el desarrollo de sus clases, realizando ilustraciones y explicaciones en las sesiones con los alumnos del centro donde desarrolla su periodo de prácticas externas.

Finalmente, se realiza una experiencia práctica en el Salón de Actos del centro con alumnos de segundo curso. A dicha Acción Puntual se le da el nombre de: "Taller: El iPad como herramienta para hacer ilustraciones".

TABLA 121: TEMPORALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE USO DE TABLETAS DIGITALES EN LA ENSEÑANZA DE LA ILUSTRACIÓN DE MODA

Sesión		Actividades
Sesión 1		Entrega de los dispositivos Formación general en el uso de las Tabletas Digitales
Sesión 2	FORMACIÓN PREVIA	Formación en aplicaciones gráficas sobre Tabletas Digitales: Adobe Photoshop Touch, iDraw y SketchBook Pro
Sesión 3		Búsqueda y análisis de aplicaciones específicas para ilustración gráfica
Sesión 4	ACCIÓN PUNTUAL	"Taller: El iPad como herramienta para la creación de ilustraciones"

Cabe resaltar que como consecuencia del proceso de formación del alumno del máster Armando Ruiz Yepes, éste realizó varias ilustraciones con el doble objeto de familiarizarse con las tecnologías (tableta y aplicaciones) y a la misma vez utilizar dicho material como recurso docente. Las ilustraciones fueron realizadas por capas y se fueron almacenando los resultados intermedios de las mismas. (<http://armandoyepes.blogspot.com.es/2012/05/drawing-with-ipad-2.html>) Dicho trabajo puede verse en la **Imagen 81**.

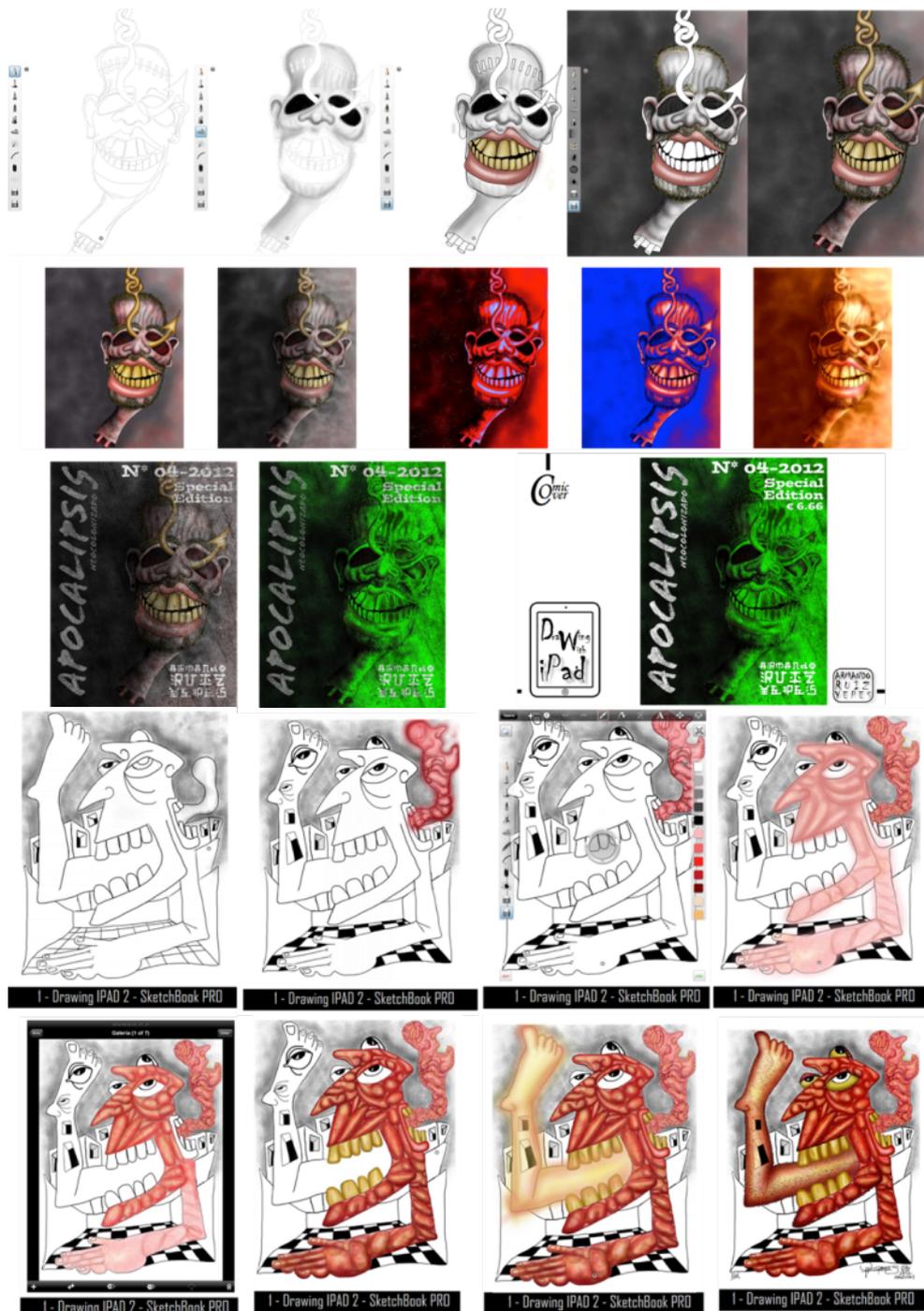


IMAGEN 81: PROCESO DE CREACIÓN DE ILUSTRACIONES DE ARMANDO RUIZ YEPES

Posteriormente a esta fase de formación se realizó el taller con los alumnos de la escuela de arte. Este Taller duró 2 horas y consistió en la realización de un ejercicio libre realizando una ilustración con varias aplicaciones, similar a los suelen realizar los alumnos con herramientas de ordenador, pero con las apps “equivalentes” en el iPad.

Durante 45 minutos se explica el manejo del iPad y las nociones básicas de las apps Adobe Ideas, Adobe Photoshop, iDraw y Autodesk SketchBook. Hay que resaltar que los alumnos de este Ciclo Superior están muy familiarizados con las herramientas gráficas digitales y por tanto tiene mucha facilidad en aprender a utilizar tanto el iPad como las apps explicadas, que en muchos aspectos funcionan con los mismos conceptos y flujos de trabajo que las aplicaciones para ordenador.

Tras esa breve fase de formación, los alumnos realizan, durante 60 minutos, ejercicios de ilustración libre utilizando varias apps. Finalmente los últimos 15 minutos, realizan un cuestionario de satisfacción de uso del iPad en la Acción Puntual.



IMAGEN 82: REALIZANDO EL “TALLER: EL IPAD COMO HERRAMIENTA PARA LA CREACIÓN DE ILUSTRACIONES”



IMAGEN 83: EJEMPLOS DEL “TALLER: EL IPAD COMO HERRAMIENTA PARA LA CREACIÓN DE ILUSTRACIONES”

Análisis de datos y conclusiones

Una vez realizada la Acción Puntual los alumnos realizan un cuestionario de datos y de satisfacción (Tabla 122).

TABLA 122: CUESTIONARIO DE DATOS Y DE SATISFACCIÓN DE LA ACCIÓN PUNTUAL: “TALLER: EL IPAD COMO HERRAMIENTA PARA LA CREACIÓN DE ILUSTRACIONES”

Nº	Pregunta	Respuesta
Datos sobre utilización de dispositivos		Porcentaje (Sí)
1	¿Has realizado ilustraciones digitales con ordenador PC?.	89%
2	¿Has realizado ilustraciones con dispositivos digitales como smartphones o Tabletas Digitales?	28%
3	Has realizado ilustraciones con el iPad.	0%
Datos sobre utilización de aplicaciones		Porcentaje (Sí)
1	¿Utilizas para tu trabajo Adobe Photoshop (para PC/Mac)?	89%
2	¿Utilizas para tu trabajo Adobe Photoshop Touch (para Tableta Digital)?	0%
3	¿Utilizas para tu trabajo Corel Painter (para PC/Mac)?	28%
4	¿Utilizas para tu trabajo Autodesk SketchBook (para PC/Mac)?	6%
5	¿Utilizas para tu trabajo Autodesk SketchBook Pro(para Tableta Digital)?	0%
6	¿Utilizas para tu trabajo iDraw (para Tableta Digital)?	0%
7	¿Utilizas para tu trabajo Adobe Illustrator (para PC/Mac)?	94%
Interés por el aprendizaje de aplicaciones sobre la Tableta Digital iPad		Promedio (sobre 10)
1	Me ha interesado el aprendizaje de Autodesk SketchBook Pro para ilustración en Tableta Digital	8,2
2	Me ha interesado el aprendizaje de Adobe Photoshop Touch para la creación y edición de imágenes en Tableta Digital	8,5

3	Me ha interesado el aprendizaje de iDraw para ilustración vectorial en iPad	8,2
Satisfacción por la Tableta Digital		Promedio (sobre 10)
1	El uso, en general, de la Tableta Digital me parece interesante.	8,4
2	El uso de la Tableta Digital me ha parecido de fácil manejo	7,4
3	Las Tabletas Digitales son adecuadas para la realización de bocetos	8,3
4	Las ilustraciones obtenidas con la Tableta Digital me satisfacen	8,3
5	Considero que la Tableta Digital puede ser una herramienta útil para el desempeño profesional	8,5
6	El iPad es adecuado para la realización de trabajos de ilustración profesionales	8,1
Satisfacción por el Taller		Promedio (sobre 10)
1	El Taller ha sido de utilidad para mejorar mi formación	9,1
2	El Taller ha ampliado mis conocimientos respecto a la utilización de las Tabletas Digitales en el ámbito educativo y profesional	8,6
3	Me gustaría realizar otro Taller para profundizar en el aprendizaje profesional de estas apps sobre Tabletas Digitales	7,8

Con respecto a los objetivos planteados para esta actividad, podemos concluir que:

Las aplicaciones testeadas (Autodesk SketchBook Pro, Adobe Photoshop Touch e iDraw), funcionando sobre Tabletas Digitales son adecuadas para el entorno de la ilustración gráfica. Permiten un trabajo similar a las aplicaciones equivalentes sobre ordenador (PC/Mac), pero añaden la interacción directa sobre la pantalla.



4.8 Tabletas Digitales para el trabajo gráfico del ingeniero en campo. Ingeniería Electrónica y Automática (octubre 2012).

Introducción y objetivos

El trabajo de campo de los ingenieros representa un aspecto muy importante del ejercicio de la profesión. Para la realización de estos trabajos se suelen utilizar planos, cámaras fotográficas o de video, medidores, anotaciones, libretas de campo etc.. Dicho material, se ha ido actualizando con la tecnología, pero la aparición de las Tabletas Digitales supone la posibilidad de integrar muchos de estos elementos en uno sólo. De esta manera se puede simplificar el trabajo y mejorar la productividad del mismo.

Se pretende realizar una experiencia piloto con alumnos de ingeniería, que simule el trabajo de campo de un ingeniero utilizando varias aplicaciones sobre este tipo de dispositivos. Esta experiencia sirve como estudio preliminar para valorar la posible integración de este tipo de prácticas en las asignaturas de expresión gráfica en ingeniería. Las tareas que se pretenden realizar son: croquizado, lectura y anotación de planos (pdf), visualización de ficheros CAD y creación de ficheros CAD. Los objetivos planteados son: que los alumnos manejaran las Tabletas Digitales en contexto de ingeniería, que utilicen diferentes aplicaciones para distintos trabajos gráficos del ingeniero y hacer una valoración general de la experiencia.

Contexto educativo

Esta experiencia se realiza en el curso 2012-2013 con 64 alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial de la Universidad de La Laguna. La asignatura asociada a esta experiencia es Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador del Grado de Ingeniería Electrónica y Automática Industrial. Los coordinadores han sido los profesores de dicha asignatura: D. Jose Luis Saorín y D. Jorge de la Torre Cantero.

Diseño Instruccional.

La experiencia se realizó utilizando 16 iPads (8 iPads 1 y 8 iPads 2) 10 lápices stylus. Se han seleccionado una serie de apps que realizan funciones similares a las que se utilizan en entornos de ordenador: Apps: Adobe Ideas, Autodesk SketchBook Pro, PDF Annotation, Autodesk Autocad WS, TouchCAD y PadCAD.

Esta experiencia se realizó en una sesión de clase teórica de 2 horas de duración. Los 64 alumnos se dividen en 18 grupos a los que se le asigna una tableta digital. Cada grupo tenía que realizar un informe donde se indicaban las aplicaciones utilizadas, los resultados obtenidos y las ventajas e inconvenientes que se observen frente al método de trabajo tradicional.



IMAGEN 84: ESCENAS DE LA EXPERIENCIA REALIZADA

Las tareas que había que evaluar eran las siguientes:

- -Croquis (aplicación a evaluar Adobe Ideas o SketchBook)
- -Lectura y anotación de planos en PDF (Aplicación PDF Annotation)
- -Visualización de ficheros de Autocad (Aplicación Autocad WS)
- -Generación de ficheros DWG (aplicación touchCAD)
- _Generación de plantas de locales (aplicación PadCAD)

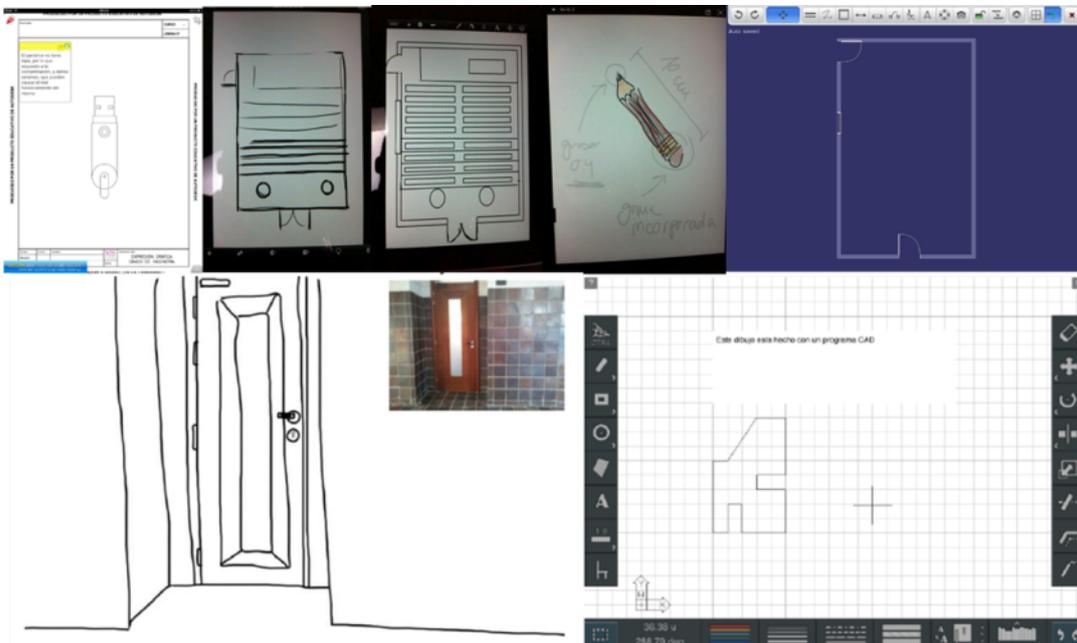


IMAGEN 85: EJEMPLOS REALIZADOS EN ESTA EXPERIENCIA

Se pidió a cada grupo un informe sobre la experiencia y además, que indicara el grado de adecuación que en su opinión tenían las Tabletas Digitales para el trabajo grafico del ingeniero en campo (es decir fuera de la oficina de proyectos).

Análisis de datos y conclusiones

De los informes sobre la experiencia realizados por los alumnos, se extraen los siguientes comentarios realizados por grupo:

GRUPO 14: *“En conclusión, para los ingenieros tener una Tablet o iPad como en nuestro caso, es una forma rápida y cómoda de realizar proyectos, sin tener que estar cargando con nada más, y conseguir unos diseños y croquis con mayor precisión, calidad y profesionalidad, aparte de mayor originalidad.”*

GRUPO 17: *“Como conclusión, la sensación del grupo ha sido muy buena sobre las tabletas digitales y la variedad de aplicaciones que estas tienen. Nos ha parecido bastante útil por su rapidez y sencillez de uso, así como la facilidad que nos presta para transmitir nuestras ideas. Creemos que dentro de poco estos programas serán mucho más avanzados y cada día serán más útiles. Nos ha sorprendido la gran cantidad de aplicaciones que hay para las tabletas, así como la cantidad de aplicaciones dedicadas a la expresión gráfica y diseño”.*

GRUPO 03: *“Como conclusión creemos que en el trabajo de un ingeniero, aplicaciones como AutoCAD WS, TouchCAD y PadCAD pueden facilitar mucho su trabajo. Por todo esto, creemos que en un futuro próximo las tabletas serán parte de la vida laboral de los ingenieros.”*

GRUPO 09: *“Las tabletas digitales son cada día más accesibles: a medida que avanza la tecnología, más se adaptan al presupuesto del que dispone un ingeniero. Por este motivo, esta práctica, más que un simple “diviértanse con las tabletas digitales”, ha sido una pregunta implícita la que nos lanzó nuestro coordinador de la asignatura: ¿algún día las tabletas llegarán a sustituir completamente la pluma y el papel en nuestro oficio?, ¿llegará un día en el cual las tabletas experimenten un boom parecido al de los ordenadores personales, donde todas las personas no pueden prescindir de una tableta digital? En nuestra opinión, las tabletas son sólo una herramienta más; habrá personas que prefieran las tabletas y otras que echarán en falta el tacto de una pluma sobre el papel, sólo es cuestión de preferencias.”*

TABLA 123: VALORACIÓN GENERAL DE LAS TABLETAS DIGITALES PARA EL TRABAJO GRÁFICO DEL INGENIERO EN CAMPO (64 ALUMNOS EN 18 GRUPOS)

	nada adecuado	poco adecuado	adecuado	bastante adecuado	muy adecuado
Nº de usuarios (grupos)			3	11	4

Partiendo de los objetivos planteados, podemos recalcar las siguientes conclusiones:

- El uso de las Tabletas Digitales ha tenido gran aceptación por parte de los alumnos que se han sentido motivados en la realización de la experiencia práctica. Eso queda de manifiesto en los comentarios realizados en el informe que se solicitó a cada grupo.
- Las aplicaciones utilizadas (Adobe Ideas, Autodesk SketchBook Pro, PDF Annotation, Autodesk Autocad WS, TouchCAD y PadCAD) han sido utilizadas por los alumnos sin ningún tipo de problema y sin apenas formación.
- De la valoración general y de los informes realizados por cada grupo, se deduce que los alumnos perciben las Tabletas Digitales como una buena herramienta para el trabajo gráfico del ingeniero en campo.



4.9 Diseño de manuales multimedia para la formación de técnicos de mantenimiento aeronáutico (TMA). (Noviembre 2012).

Introducción y objetivos

En este apartado se detalla la colaboración realizada con la empresa Seedwing y la Universidad de La Laguna articulado a través de un proyecto fin de carrera con el alumno Javier Martínez Triviño. Esta colaboración en la que se realizó el apoyo técnico y formativo del alumno, permitió realizar una experiencia con Tabletas Digitales en el ámbito empresarial.

La empresa Seedwind, se dedica al mantenimiento de aviones y formación de técnicos de mantenimiento. La formación de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico (TMA) es un trabajo muy delicado, ya que serán, entre otros, los responsables del buen funcionamiento de un avión, y de forma directa o indirecta, recae sobre ellos la responsabilidad de las vidas de muchas personas.

Para su formación, actualmente se utilizan extensos manuales en formato papel o su transcripción literal digital en pdf. Dichos manuales no disponen de recursos multimedia siendo el ámbito de trabajo (operaciones de mantenimiento) un entorno que requiere necesidades gráficas importantes. Como se ha comentado en el marco teórico, las Tabletas Digitales ofrecen la posibilidad de presentar formatos de libros electrónicos enriquecidos con gran cantidad de recursos multimedia.

Por tanto, se plantea a la empresa la creación de una maqueta de manual electrónico multimedia para que valoren la posibilidad de realizar cambios en su material de formación. El objetivo principal de esta colaboración es el diseño, realización y la validación de un módulo del manual multimedia para la formación de los técnicos de mantenimiento aeronáutico (TMA). Dicho manual se realizará mediante la aplicación de iBook Author para la plataforma Lion OS X de Apple sobre el módulo 11.10 (Sistema de Combustible) del manual de formación Part-147 EASA.

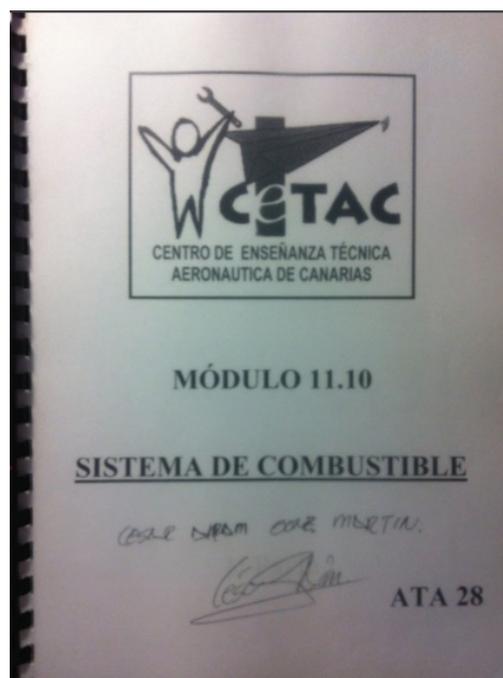


IMAGEN 86: PORTADA DEL MANUAL DE FORMACIÓN PART-147 EASA, MÓDULO 11.10

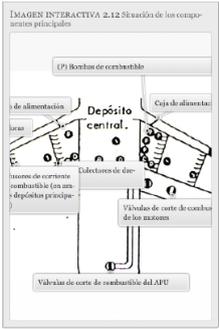
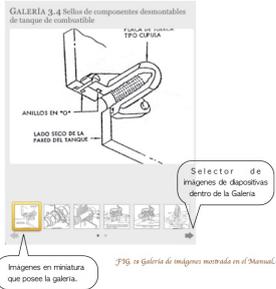
Como objetivo secundario se pretende realizar una valoración preliminar entre candidatos a ser técnicos de mantenimiento aeronáutico (TMA).

Criterios de diseño

Para la creación del material multimedia se ha utilizado un Mac Book Pro, un iPad 2 y el software ha sido iBooks Author versión 1.0. Es importante resaltar que dicho software sólo está disponible desde enero de 2012, que es gratuito y sólo funciona en entorno Mac.

En esta maqueta de manual se han realizado nuevos recursos multimedia, diferentes a los utilizados y descritos en el apartado 4.4. Entre ello cabe destacar el glosario y los cuestionarios de autoevaluación.

TABLA 124:CONTENIDOS MULTIMEDIA DEL EBOOK PARA MANTENIMIENTO DE AVIONES.

<p>iBooks</p> <p>El manual multimedia para el mantenimiento de aeronaves se encuentra empaquetado en archivo para su visualización por medio de la aplicación iBooks.</p>	
<p>Videos explicativos</p> <p>En los vídeos se ofrece información detallada de diferentes procesos y operaciones que se realizan en el mantenimiento de aviones</p>	<p>PELÍCULA 15.1 COMO SE FABRICA UN AVIÓN</p> 
<p>Gráficos interactivos</p> <p>Estos gráficos nos permiten explicar detalladamente los diferentes sistemas que componen el sistema de combustible de un avión. Al pulsar sobre elementos de la imagen se amplía la zona seleccionada y se abre un menú con el detalle del elemento en estudio.</p>	<p>IMAGEN INTERACTIVA 2.12 Situación de los componentes principales</p> 
<p>Galerías de Fotos</p> <p>Conjunto de imágenes que se agrupan para ser visualizadas desde una misma página y que permiten realizar lecturas más fluidas de un contenido teórico..</p>	<p>GALERÍA 3-4 Sellos de componentes desmontables de tanque de combustible</p> 

Los usuarios encuestados, perciben que el formato ibook tiene futuro como material para la formación, con valores superiores a 3 en una escala de 5.

Respecto la valoración que hace la empresa SEEDWIND sobre el material:

Consideran que hay notables mejoras respecto al formato papel y consideran que merece la pena el esfuerzo de intentar generar un manual completo en este formato. En este sentido, la delegación de Tenerife ha presentado el material realizado en esta colaboración en su sede central para proceder a valorar futuros trabajos.

La empresa considera que el iPad es el soporte adecuado ya que en la industria de la aviación se ha convertido en el estándar de Tableta Digital.

5 CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

Al iniciar esta tesis se planteaban una serie de objetivos que cubrían muchos aspectos de tecnologías y educación. Es interesante, antes de establecer las conclusiones, recordar estos objetivos y ver en qué grado se han cumplido los mismos.

Las conclusiones obtenidas se van a detallar de acuerdo a los dos grandes capítulos que se han tratado en esta tesis: Taller de Modelado 3D (capítulo 3) y Tabletas Digitales (capítulo 4).

5.1 Cumplimiento de objetivos.

En la Tabla 126 se puede ver el grado de cumplimiento de los objetivos iniciales de este trabajo de investigación.

TABLA 126: CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

Diseño de estrategias para la introducción eficaz de nuevos recursos docentes de carácter grafico en centros educativos	
OBJETIVO INICIAL	CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO
Análisis de necesidades para poder realizar actividades con contenidos digitales educativos en centros de enseñanza fuera de la universidad.	Se han realizado múltiples experiencias en entornos educativos no universitarios que han permitido valorar las características de los materiales digitales educativos para poder ser utilizados en dichos entornos. Este análisis ha permitido detectar muchas de las dificultades de implementación de dichos materiales y en consecuencias ha dado lugar a varias soluciones: Diseño de un aula virtual Diseño de un libro Diseño de un entorno web abierto
Evaluación y análisis práctico de nuevos soportes de tecnologías avanzadas para la enseñanza de dibujo, diseño y artes plásticas.	
OBJETIVO INICIAL	CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO
Análisis de aplicaciones (apps) gráficas disponibles para tabletas digitales.	Se ha realizado un análisis de apps específicas aplicadas al dibujo, diseño y artes plásticas (Saorín Pérez, de la Torre Cantero, Martín Dorta, Carbonell Carrera, & Contero González, 2011).
Estudiar la evolución de los recursos tecnológicos utilizados en la enseñanza del dibujo, diseño y artes plásticas. (RA, Tabletas, Modelado 3D Paramétrico, Modelado 3D, CAD en general, recursos multimedia en web, recursos multimedia CD,).	Este objetivo se ha cumplido y se ha plasmado en el marco teórico de este trabajo de investigación.
Realización de análisis comparativos de distintas tecnologías (interfaces tangibles: realidad aumentada, tabletas digitales, smartphones,..) como base para el diseño de contenidos educativos para la enseñanza del dibujo, diseño y artes plásticas.	Se han diseñado contenidos para estas tecnologías y además se han realizado actividades para valorar el uso de estas tecnologías por parte de distintos colectivos (De la Torre, Saorín, Martín, & Contero, 2012)
Estudio de las tabletas digitales como elemento de apoyo para el	Se ha realizado una experiencia de gestión de grupo de trabajo en asignaturas de Expresión Gráfica en Ingeniería utilizando

docente.	tabletas digitales y apps específicas de apoyo al docente (Saorín, de la Torre, Martín-Dorta, & Carbonell, 2012)
Valorar los ebooks multimedia como recurso educativo para el dibujo, diseño y artes plásticas	Se han realizado varios eBooks multimedia de uso genérico en la enseñanza (Ortega, Saorín, De la Torre, Carmelo, & Martínez, 2012). Con la experiencia adquirida se diseñó una maqueta de libro interactivo dirigido a la enseñanza del dibujo de boceto. Con dicho libro se han realizado experiencias con diferentes usuarios para obtener unas primeras opiniones.
Adaptación de materiales existentes a los nuevos soportes y herramientas tecnológicas y medición de su influencia en el proceso de enseñanza/aprendizaje, usabilidad, motivación, habilidades espaciales, ...	
OBJETIVO INICIAL	CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO
Adaptación de contenidos educativos a las Tabletas Digitales	Se ha rediseñado un curso de mejora de habilidades espaciales, originalmente destinado a ser realizado usando smartphones, para poder ser utilizado con tabletas digitales. Dicho material ha sido probado en experiencias con alumnos (Saorín, De la Torre, Martín-Dorta, & Carbonell, 2012) Se ha diseñado la versión para tabletas digitales de contenidos del Taller de Modelado 3D diseñados para ordenador personal (De la Torre, Saorín, Martín-Dorta, & Contero, 2012).
Diseño y evaluación de cursos y materiales específicos para la docencia del dibujo, diseño y artes plásticas en distintos niveles educativos y medición de su impacto en el aprendizaje.	
OBJETIVO INICIAL	CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO
Diseño y evaluación de un Curso de Modelado 3D en niveles no universitarios y estudios de grado en BBAA.	Se han realizado cursos en diferentes entornos educativos utilizando los contenidos del Taller de Modelado 3D para evaluar diversos aspectos de estos materiales educativos. Se han realizado experiencias en seis centros en secundaria obligatoria, bachillerato, formación profesional y grado de bellas artes.
Mejora de materiales docentes mediante el uso de realidad aumentada.	Se ha incorporado la Realidad Aumentada (para visualizar en ordenador personal y en tableta digital) para la mejora de los contenidos educativos del Taller de Modelado 3D (De la Torre, Saorín, Martín, & Contero, 2012).
Integración de metodologías de enseñanza y aprendizaje con software CAD avanzado sobre tabletas digitales.	Se ha incorporado la visualización multimedia de modelos CAD 3D para la mejora de los contenidos educativos del Taller de Modelado 3D (De la Torre, Saorín, Martín-Dorta, & Contero, 2012). Se ha realizado una experiencia con alumnos de ingeniería utilizando apps específicas de dibujo CAD sobre tabletas digitales.
Realizar mediciones de mejora de habilidades espaciales utilizando el material diseñado, en contextos diferentes a los abordados en las anteriores tesis: enseñanza pre-universitaria, fp superior, grados de bellas artes y de informática,...	Se ha medido la mejora de habilidades utilizando los contenidos del Taller 3D en todos los contextos previstos en los objetivos iniciales de este trabajo (De la Torre Cantero J. , Saorín, Carbonell, Del Castillo Cossío, & Contero, 2012; González, Carbonell, Saorín, & de la Torre, 2011).
Hacer una valoración de los aspectos relevantes abordados en esta tesis en el contexto internacional. Por ejemplo: HHEE y relevancia en estudios STEM, Realidad Aumentada, Tabletas Digitales,	Este objetivo se ha cumplido y se ha plasmado en el marco teórico de este trabajo de investigación.
Diseño de Acciones Puntuales para presentar, valorar y validar aspectos concretos de los materiales educativos creados en el contexto de esta tesis.	Además de la divulgación a través de revistas y congresos especializados se han realizado acciones consistente en seminarios presenciales con agentes educativos. En concreto se han realizado tres Acciones Puntuales en el Centro del Profesorado y una en el Consejo Escolar de Canarias.

Diseño y evaluación de cursos y materiales específicos para los procesos de enseñanza y aprendizaje en áreas con necesidades gráficas.

OBJETIVO INICIAL	CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO
Integración de tecnologías avanzadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje (gestión de grupos con tabletas digitales, utilización de espacios de trabajo conjunto en la nube utilizando tabletas digitales y entornos de escritorio, ..)	Se ha realizado la integración de diversas tecnologías (tabletas digitales, ordenadores, apps, espacio en la nube,...) en la realización de una experiencia docente de trabajo en grupo, dentro de la asignatura de Expresión Gráfica en Ingeniería. (Saorín, de la Torre, Martín-Dorta, & Carbonell, 2012)
Creación de contenidos educativos en formato de libro electrónico multimedia para tabletas digitales y valorar aspectos relacionados con los procesos de enseñanza aprendizaje.	Se ha realizado varias maquetas de libros digitales multimedia a lo largo de este trabajo de tesis. Entre ellas: <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento de aviones. - Prácticas de inmunología (Ortega, Saorín, De la Torre, Carmelo, & Elsheikha, 2013.). - Bocetado digital 2D (de la Torre, Saorín, Contero & Dorribo-Camba, 2013)

5.2 Conclusiones del Taller de Modelado 3D.

Conclusiones referentes al Diseño del Taller de Modelado 3D.

El diseño del Taller en fases de aprendizaje y niveles de dificultad es correcto (Tabla apartado 3.05). Los tiempos de ejecución de los distintos niveles están acordes a los grados de dificultad.

El diseño de la interface del Taller utilizando iconos y colores para diferenciar las fases de aprendizaje y niveles de dificultad resulta adecuada según los usuarios (3,71 sobre 5).

El uso de plantillas personalizadas para la realización de ejercicios en entornos 3D (máscaras 2D, rejillas de trabajo, ...) está muy bien valorado por los usuarios (4,5 sobre 5).

Tomando como referencia el modelo de personalización de la interface de ejercicios del taller de modelado 3d, se han generado y validado recursos para la enseñanza artística. En concreto en esta tesis se ha creado el taller "De la bidimensión a la tridimensión" del cual los usuarios opinan que el taller les permite explorar más soluciones que los métodos tradicionales (4,66 sobre 5) y prefieren el taller al formato papel (3,66 sobre 5).

De acuerdo a las conclusiones anteriores, se considera la personalización de los entornos de trabajo de los ejercicios, un modelo para la creación de nuevos contenidos. Por esta razón, en el entorno www.anfore3d.com, se han habilitado espacios para añadir nuevos módulos de carácter técnico y creativo.

A lo largo del trabajo de tesis, se ha comprobado que existe una gran variedad de ecosistemas digitales en los centros educativos. También existen estrategias educativas que utilizan diferentes formatos de contenidos para el proceso de enseñanza aprendizaje. Por ello, se concluye que para facilitar la implantación de los recursos educativos con tecnologías digitales, dichos recursos deben ser multiplataforma, multisoprote y multiformato. En concreto, en www.anfore3d.com, se ofrece un recurso didáctico multiplataforma (Windows, Mac Os, Linux, iOS y Android), multisoprote (PC/Mac, Tablet Digital y

Smartphones) y multiformato (pdfs, vídeos, modelos 3d, realidad aumentada, ...) con el objeto de facilitar el aprendizaje.

Del entorno web desarrollado podemos extraer datos que avalen las conclusiones anteriores respecto al uso de dispositivos móviles se obtiene que el 15% del total de las visitas (4600) se realiza con dispositivos móviles de las cuales el 53% se realiza con iPad, el 20% con iPhone y el resto con otros dispositivos.

En entornos digitales, existe la alternativa de sustituir la manipulación de modelos físicos por la manipulación de modelos digitales 3D como recurso en la enseñanza del dibujo. Dicha conclusión se obtiene de los siguientes datos:

La Realidad Aumentada en Ordenador y Visualizadores 3D en Tabletas Digitales, son tecnologías aceptadas por los usuarios (62 entre alumnos y profesores), con valores medios de 7,10 y 8,00 (sobre 9).

En términos de valoración específica, las tres variables analizadas (mejora de la atención en clase, utilidad y facilidad de uso) obtienen valores superiores a 4 (sobre 5), salvo en relación a la facilidad de uso, donde la realidad aumentada obtiene una valoración inferior a 4 (3,66).

Cuando se utiliza la Realidad Aumentada sobre Tableta Digital, las diferencias entre las dos tecnologías se minimizan (7,76 frente a 8,11).

La realización de un libro multimedia asociado al Taller de Modelado 3D permite incluir de manera digital la realización de ejercicios de vistas normalizadas en 2D mediante el uso de boceto a mano alzada. Además, permite añadir ayudas como la visualización de vídeos y modelos 3D que aportan mejoras en el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos de vistas normalizadas.

El modelado 3d sobre tableta digital es posible y existen aplicaciones tan fáciles de usar como SketchUp (Autodesk Formit) y es posible realizar los mismos ejercicios del taller de modelado 3D sobre tableta digital.

Aunque los usuarios prefieren SketchUp en una valoración global (9 frente a 6), sin embargo, el uso de la aplicación Formit resulta bien valorado.

Conclusiones referentes a la valoración del taller.

En *educación secundaria*, la realización del Taller de Modelado 3D mejora la percepción de asignaturas basadas en la expresión gráfica (80%), influyen en la elección de optativas (72%) y en la elección de estudios (60%).

En *estudios de Bellas Artes*, la realización del Taller mejora la atención y motivación de los alumnos para el estudio de contenidos del Análisis de las Formas (83%) y mayoritariamente prefieren el formato digital al formato en papel (77%).

En *estudios náuticos*, la realización del Taller mejora la atención y motivación de los alumnos para el estudio de contenidos del Análisis de las Formas (91%), mayoritariamente prefieren el formato digital al formato en papel (87%) y consideran que les permite entender las vistas normalizadas (82,6%).

La realización del Taller de Modelado 3D ha aumentado significativamente la capacidad espacial de los participantes:

Luther King: ganancia media de 6,27 puntos en el test MRT y de 5,03 en el DAT-5.

IES Geneto: ganancia media de 6,45 puntos en el MRT y de 10,67 en el DAT-5.

Bellas Artes: ganancia media de 6,98 puntos en el MRT.

Estudios Náuticos: ganancia media de 6,30 puntos en el MRT y de 11,20 en el DAT-5.

El Taller de Modelado 3D tiene un grado de satisfacción alto, obteniendo en la encuesta (194 alumnos) de usabilidad una puntuación global de 3,77 sobre 5 (eficacia: 3,79; eficiencia:3,86; satisfacción: 3,63).

El Taller de Modelado 3D proporciona una mejora sustancial del aprendizaje de los alumnos (26% de mejora medido con ejercicios de PAU de Dibujo Técnico) independientemente del formato en el que se realice (papel o modelado 3D). Es interesante señalar que este resultado se obtiene a pesar de que la tipología de ejercicios propuesta no es idéntica en los dos formatos. Los ejercicios se han adaptado a cada una de las tecnologías.

La validación de los contenidos del Taller de Modelado 3D en diferentes niveles educativos y por diferentes tipos de usuarios (alumnos, profesores e instituciones) permite pensar que los recursos desarrollados pueden tener aceptación.

Del entorno web desarrollado podemos extraer datos que avalan esta conclusión, ya que en el tiempo que está disponible en internet, se puede comprobar que hay cerca de 5000 visitas y varios centros en el ámbito de Tenerife que están utilizando este material como recursos educativo. Este resultado es consecuencia, entre otros factores, del esfuerzo realizado para colaborar con distintos estamentos educativos.

Por lo tanto, el espacio web www.anfore3d.com, que incluye el Taller de Modelado 3D, es la conclusión del proceso de investigación que por su diseño, permite la creación de nuevos materiales con una estructura coherente. Es un entorno de acceso libre que no solo incluye los materiales del taller de modelado 3D sino que se concibe como un entorno de materiales para la enseñanza del dibujo, el diseño y las artes plásticas.

5.3 Conclusiones de las experiencias realizadas con Tabletas Digitales.

En este trabajo se han realizado varias experiencias independientes en las que se ha utilizado las tabletas digitales como recurso de enseñanza. Aunque en el apartado anterior del taller de Modelado 3D también se ha hecho uso de las tabletas digitales en este apartado sólo se van a incluir conclusiones de experiencias ajenas al taller.

5.3.1 “Tablet Viz”: mejora de las habilidades espaciales utilizando Tabletas Digitales.

- La realización del taller Tablet VIZ sobre tableta digital consigue que todos ellos alcancen un nivel óptimo de habilidades espaciales.
- Los alumnos prefieren (83%) realizar este taller en dispositivos de pantalla grande (tipo iPad) frente a dispositivos de pantalla pequeña (tipo iPod Touch o Smartphone)

- El 100% de los alumnos prefiere el taller (Tablet VIZ) en su formato de tableta digital antes que en el formato papel.
- El 66% de los alumnos prefiere el taller (Tablet VIZ) en su formato para tableta digital antes que en el formato PC.
- El 100% de los alumnos percibe que el taller (Tablet VIZ) ha mejorado sus habilidades espaciales.

5.3.2 Material Didáctico Digital para la realización de prácticas de laboratorio con soporte de Tablet Digital.

Del cuestionario de satisfacción se pueden extraer los siguientes datos significativos:

- 99% el uso del iPad en las prácticas le ha parecido útil o muy útil.
- 90,5% prefiere el soporte digital utilizado al soporte de papel tradicional
- 95,2% considera que el material multimedia utilizado mejora su aprendizaje
- 100% considera que el uso de la tableta digital de manera inalámbrica les parece adecuado para la realización de las prácticas
- 95% considera que conectar con el proyector desde su propia tableta es útil para el desarrollo de la práctica.
- 100% considera que disponer de acceso a internet desde la tableta digital durante la práctica le resulta útil.
- 4,76% considera que disponer de internet en las prácticas les distrae en su aprendizaje.

5.3.3 Utilización de Tablet Digitales para la gestión de grupos de trabajo en educación.

La implementación de esta metodología y estas herramientas ha sido posible tanto para los profesores como para los alumnos. Este sistema ha permitido mayor interacción entre los miembros del grupo y el profesor. Debido a esto, la calidad de los trabajos realizados ha sido superior a cursos anteriores.

Podemos calificar globalmente la experiencia como muy satisfactoria y para el curso 2012-2013 se va a adoptar esta metodología en asignaturas afines.

5.3.4 Utilización de las Tablet Digitales para la enseñanza de la ilustración de moda.

El uso de la pantalla de forma similar a un papel o lienzo con una aplicación sencilla de dibujo (Autodesk SketchBook) ha supuesto un elemento de mucho interés por parte de los participantes (8,8 sobre 10) y además han quedado satisfechos con el resultado obtenido (8,0 sobre 10).

Sin embargo, a día de hoy, en lo que se refiere al dibujo de boceto tradicional, prefieren las técnicas convencionales de papel, lienzo, lápiz, pinceles, etc. (7,8 sobre 10). No obstante, los participantes valoran muy bien a las Tablet Digitales como herramienta a usar en sus procesos creativos (8,7 sobre 10).

5.3.5 Utilización de las Tablet Digitales para la enseñanza de la ilustración gráfica.

Las aplicaciones testeadas (Autodesk SketchBook Pro, Adobe Photoshop Touch e iDraw), funcionando sobre Tablet Digitales son adecuadas para el entorno de la ilustración gráfica.

Los usuarios perciben que el uso en general de las Tablet Digital es interesante (8,4 sobre 10) y de fácil manejo (7,4 sobre 10). Además consideran que son adecuadas para la realización de bocetos (8,3 sobre 10).

Los usuarios consideran que la Tableta Digital puede ser una herramienta útil para su desempeño profesional (8,5 sobre 10) y que es adecuada para la realización de trabajos ilustración profesionales (8,1 sobre 10).

5.3.6 Utilización de las Tablet Digital para el trabajo gráfico del ingeniero en campo.

- Los usuarios consideran que las Tablet Digital sirven para el trabajo gráfico de ingeniero en campo (4,05 sobre 5).
- Las aplicaciones utilizadas (Adobe Ideas, Autodesk SketchBook Pro, PDF Annotation, Autodesk Autocad WS, TouchCAD y PadCAD) permiten realizar tareas gráficas del ingeniero en campo.

5.3.7 Diseño y evaluación de manuales multimedia para la formación de técnicos de mantenimiento aeronáutico (TMA) según part-147 EASA.

Respecto a la encuesta de opinión podemos destacar que:

El iBook y sus utilidades multimedia facilita el aprendizaje, en mayor medida que el formato papel (4,6 sobre 5)

El iBook se percibe como un formato de futuro como material para la formación (4,6 sobre 5).

Respecto la valoración que hace la empresa SEEDWIND sobre el material:

Considera que merece la pena el esfuerzo de intentar generar un manual completo en este formato. En este sentido, la delegación de Tenerife ha presentado el material realizado en esta colaboración en su sede central para proceder a valorar futuros trabajos.

La empresa considera que el iPad es el soporte adecuado ya que en la industria de la aviación se ha convertido en el estándar de Tableta Digital.

5.4 Futuros trabajos.

En base al trabajo realizado en esta tesis, existen muchas líneas de actuación que pueden ser interesantes para el futuro.

Futuros trabajos relacionados con el taller de modelado 3D

Desarrollo de contenidos complementarios al Taller de Modelado 3D:

Fabrica el Taller. Creación de contenidos para poder fabricar todas las piezas del taller de modelado mediante impresoras 3D, máquinas de corte láser y mediante técnicas de plegado.

Videotutoriales. Creación de más videotutoriales educativos y desarrollo del canal de YouTube asociado a www.anfore3d.com.

Versión del Taller de Modelado 3D para Tabletas Digitales. Adaptación de los ejercicios del taller para su realización mediante Autodesk Formit en Tableta Digital e inclusión de dicho formato en www.anfore3d.com.

Aula Virtual y soporte de contenidos educativos. Creación de un formato de aula virtual con todos los nuevos contenidos para ser implementado en entornos Moodle.

Canales de difusión. Continuar con el proceso de difusión del entorno web (redes sociales: Facebook; Google+, ...) y ofrecer el entorno a instituciones educativas (Centros de Profesorado, Consejería de Educación, Ministerio de Educación, ...)

Desarrollo y validación de talleres adicionales al taller de modelado 3D e implementación en el entorno web www.anfore3d.com.

Línea Técnica. Creación de una Línea Técnica de módulos con estructura similar al Taller de Modelado 3D (categorización por fases y niveles de dificultad), cuyos ejercicios sólo tienen una solución por cada enunciado. Entre estos módulos: Cortes y secciones, Figuras complementarias, Plegado y desplegado de figuras,...

Línea Creativa: Creación de módulos diseñados para el desarrollo de habilidades creativas y cuyos ejercicios ofrecerán diferentes soluciones a un mismo enunciado. Entre estos módulos: Taller de ambigüedades de la tercera dimensión, Fundamentos del diseño tridimensional, ...

Línea Miscelánea: Módulos que no encajan en las dos líneas anteriores pero que utilizando recursos con variados contenidos digitales multiformato, pueden ser atractivos como elementos de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje en distintas áreas de conocimiento. Como ejemplos de dichos módulos se encuentran: el maniquí virtual, modelos cristalográficos, herramientas de taller, colección de piezas industriales,...

Además de lo mencionado, se pretende realizar una adaptación al sistema americano de los contenidos de vistas normalizadas y realizar la traducción al inglés de los materiales de la web.

Futuros trabajos relacionados con el uso de Tabletas Digitales en la enseñanza

Desarrollo de eBook educativos multimedia.

Desarrollo de eBooks educativos multimedia para la **enseñanza del dibujo, diseño y artes plásticas:** Entre estos eBooks, los que desarrollen contenidos específicos de las asignaturas de Expresión Gráfica para los grados de Ingeniería, para asignaturas de Grado de Bellas Artes y Grado de Diseño, ...

Desarrollar eBook educativos multimedia específicos para la enseñanza de **contenidos que necesiten del uso intensivo de información gráfica:** Entre estos eBooks, se pueden abordar contenidos de asignaturas de ciencias, donde la inclusión de numerosos medios digitales aporten valor a los procesos de enseñanza aprendizaje.

Desarrollo de eBooks para todas las plataformas de tabletas existentes y **validarlos en contexto**: Realizar experiencias prácticas en contexto, dentro de las dinámicas docentes de asignaturas reales utilizando eBooks educativos multimedia para distintos tipos de dispositivos móviles.

Desarrollo e implementación de metodologías que utilicen como recurso docente los dispositivos móviles y tecnologías asociadas (wifi, espacios en la nube,)

Creación e implementación de metodologías docentes en el que se utilicen **dispositivos móviles y tecnologías asociadas**, en el ámbito de la **Expresión Gráfica** dentro de los Grados de Ingeniería y los Grados de Bellas Artes, de Diseño,

Creación e implementación de metodologías docentes en el que se utilicen **dispositivos móviles y tecnologías asociadas**, en **diferentes estudios universitarios**,

Creación e implementación de metodologías docentes en el que se utilicen **dispositivos móviles y tecnologías asociadas**, en diferentes **ámbitos educativos no universitarios** (enseñanza secundaria, formación profesional,...).

Desarrollo de aplicaciones (apps) para dispositivos móviles (Tabletas Digitales y Smartphones).

Desarrollo de apps específicas para la enseñanza del **dibujo, el diseño y las artes plásticas**.

Desarrollo de apps específicas para la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje en **diferentes áreas**.

Desarrollo de contenidos educativos utilizando junto con los dispositivos móviles, diversas tecnologías avanzadas como la realidad aumentada y el geoposicionamiento.

REFERENCIAS:

BIBLIOGRAFÍA

Adánez, G., & Velasco, A. (2002). Predicting Academic Success of Engineering Students in Technical Drawing from Visualization Test Scores. *Journal for Geometry and Graphics*, 6 (1), 99-109.

Albaret, J., & Aubert, E. (1996). Etalonnage 15-19 ans du test de rotation mentale de Vanderberg. *Evolutions Psychomotrices*, 8 (34), 268-278.

Alonso Cano, C., Casablancas Villar, S., & Domingo Peñafiel, L. (2010). De las propuestas de la Administración a las prácticas del aula. *Revista de Educación*, 53-76.

Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. *OECD Education Working Papers* (41).

ANECA. (2004). *Libro Blanco Títulos de Grado en Bellas Artes/Diseño/Restauración*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

Area-Moreira, M. (2001). *Educación en la Sociedad de la Información*. Bilbao: Desclée De Brouwer.

Area-Moreira, M. (2008). La innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Investigación en la escuela* (64), 5-18.

Austin, T., & Doust, R. (2007). *Diseño de nuevos medios de comunicación*. Blume.

Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Teleoperators and virtual environments*, 6 (4), 355-385.

Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., & Feiner, S. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21, 34-37.

Bansavich, J. C., & Yoshioka, K. (2011). The iPad: implications for higher education. *2011 EDUCASE annual conference. October, 19. University of San Francisco*. San Francisco. USA.

Bartolomé, A. (1994). Multimedia interactivo y sus posibilidades en educación superior. *Pixel-Bit. Revistas de Medios y Educación*, 1, 5-14.

Battista, M. T. (1990). Spatial Visualization and Gender Differences in High School Geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 2 (1), 47-60.

Battista, M., Wheatley, G., & Talsma, G. (1989). Spatial Visualization, Formal Reasoning and Geometric Problem Solving Strategies of Pre-service Elementary Teachers. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11, 17-30.

- Bennett, G., Seashore, H., & Wesman, A. (2002). *Differential aptitude test*. Madrid: TEA ediciones S.A.
- Bevan, N. (2006). Practical Issues in usability measurement. *Interactions*, 13 (6), 42-43.
- Bevan, N. (1999). Quality in Use: Meddting user needs for quality. *Journal of System and Software*, 49 (1), 89-86.
- Billinghurst, M. (2002). *Augmented Reality in education, new horizons for learning*. Retrieved January, 15, 2009.
Retrieved from <http://www.newhorizons.org/strategies/technology/billinghurst.htm>.
- Brooke, J. (1996). A quick and dirty usability scale. User information Architecture A/D Group. *Digital Equipment Co. Accesible en:*
<http://www.usability.serco.com/trump/documents/Suschapt.doc> (accessed november, 2010).
- Carbonell Carrera, C. (2011). *Modelado 3D, Tecnologías de Información Geográfica y Tabletas Digitales como herramientas de innovación docente para la adquisición de competencias espaciales (orientación espacial) en el ámbito de la Ingeniería Marítima*. Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna, Departamento de Ingeniería Marítima.
- Carbonell, C., Saorín, J. L., de la Torre Cantero, J., & Marrero-González, A. (2011). Engineers' spatial orientation ability development at the European Space for Higher Education. *European Journal of Engineering Education*, 36 (5), 505-512.
- Carretero Díaz, A. (2001). *Metodología didáctica para enseñanza de Geometría Descriptiva basada en un Tutor Evaluador y en un Generador de ejercicios integrados en un entorno de propósito constructivo general*. Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
- Caudell, T., & Mizell, D. (1992). Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual manufacturing Processes. *Proceedings of the 25th Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences (HICSS-25 1992)*, (pp. 659-669). Hawaii, USA.
- Cedefop. (2002). *Formar y Aprender para la competencia profesional*. CEDEFOP.
- Cérisier, J.-F., & Popuri, A. (2011). Technologies numériques à l'école: ce qu'en disent les jeunes. *Administration et éducation* (129), 254-260.
- Chung, C. J., & Storm, W. (2010). Using Interactive Technologies to Promote Student Engagement and Learning in Mathematics,. *Society for Information Technology and Teacher Education International Conference*. Chesapeake, VA.
- Clements, D., & Battista, M. (1992). Geometry and Spatial Reasoning. In *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 420-464). New York: Macmillan Publishing Company.

- Cohen, C., Hegarty, M., Keehner, M., & Montello, D. (2003). Spatial Ability in the Representation of Cross Sections. *25th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, (pp. 1333-1334). Boston MA.
- Coleman, S.L. & Gotch, A.J. (1984). Spatial Perception Skills of Chemistry Students. *Journal of Research in Science Teaching* , 75 (2), 507-516.
- Commision of the European Communities. (2006). *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Delivering on the modernisation agenda for universities: Education, research and innovation*. Brussels: Commision of the European Communities.
- Committee, J. I. (2009). *Effective Practice in a Digital Age: A guide to technology-enhanced learning and teaching*. Bristol: Joint Information Systems Committee.
- Cordón García, J., Alonso Arévalo, J., & Martín Rodero, H. (2010). Los libros electrónicos multimedia: la tercera ola de la revolución digital. *Anales de Documentación* , 13, 53-80.
- Cravens, T. (2011). Effective Technology Strategies Teachers Use in the Urban Middle Grades Mathematics Classroom. *Middle-Secondary Education and Instructional Technology Dissertations* (85).
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Washaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science* , 35 (8), 982-1003.
- Davis, F. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quaterly* , 13 (3), 319-340.
- de la Torre Cantero, J., Carbonell, C., Saorín, J., Navarro, R., & Contero, M. (2011). Rediseño y Validación de Niveles de un curso de mejora de Habilidades Espaciales. *XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en la Enseñanzas Técnicas (CUIEET)*, (pp. 830-839). Barcelona.
- de la Torre Cantero, J., Martín-Dorta, N., Saorín, J. L., Carbonell, C., & Contero, M. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *RED. Revista de Educación a Distancia* (37).
- de la Torre Cantero, J., Saorín, J., Carbonell, C., Del Castillo Cossío, M., & Contero, M. (2012). Modelado 3D como herramienta educacional para el desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas Artes. *Arte, Individuo y Sociedad* , 24 (2), 179-193.
- de la Torre Cantero, J., Saorín, J., Martín, N., & Contero, M. (2012). Digital Tangible Interfaces as an alternative to Physical Models for use in a Virtual Learning Environment in Engineering. *Proceeding of International Conference on Engineering Education 2012*. Turku, Finland.
- de la Torre Cantero, J., Saorín, J., Martín-Dorta, N., & Contero, M. (2011). *Tecnologías gráficas avanzadas aplicadas al análisis de las formas y su*

representación. Taller de modelado mediante el uso de ejercicios de papel, software 3d y realidad aumentada. (Vol. 1). La Laguna: Aiken.

de la Torre Cantero, J., Saorín, J., Martín-Dorta, N., Carbonell, C., & Contero, M. (2011). Rediseño, digitalización y validación de un curso intensivo para la docencia en el análisis y estudio de las formas. *SPEDECE VIII Multidisciplinary Symposium on Design and Evaluation of Digital Content for Education*, (pp. 154-157). Ciudad Real.

Dede, C. (2005). Planning for neomillennial learning styles. *Educause Quarterly* , 1, 7-12.

Del Caño, A., de la Cruz, M., & Solano, L. (2007). Diseño, ingeniería, fabricación y ejecución asistidos por ordenador en la construcción: evolución y desafíos a futuro. *Informes de la Construcción* , 59 (505), 53-71.

Devon, R., Engle, R., Sathianathan, D., & Turner, G. (1994). The Effect of Solid Modeling Software on 3D Visualization Skills. *Engineering Design Graphics Journal* , 58 (2), 4-11.

Durán , A., Ocaña, A., Cañadas, I., & Pérez, F. (2000). Construcción de cuestionarios para encuestas: el problema de la familiaridad de las opciones de respuesta. *Metodología de Encuestas* . , 2 (1), 27-60.

El-Gayar, O., Moran, M., & Hawkes, M. (2011). Students' Acceptance of Tablet PCs and Implications for Educational Institutions. *Educational Technology & Society* , 14 (2), 58-70.

EMEA Mobile Research Paper. (2012). *iProspect, 2012: The Mobile Landscape. Wester Europe*. EMEA.

Eurydice, N. (2013). *Eurydice Highlights: The structure of the European education systems 2012/13*. European Commision, Eurydice Network.

Feito Alonso, R. (2008). Una aproximación al concepto de competencia. *Andalucía Educativa* (66).

Ferguson, E. (1992). *Engineering and the Mind's Eye*. MIT Press.

Fernández, S., & Figueiras, L. (2001). Implicación afectiva y evolución de estrategias de resolución de problemas de conteo en la transición desde primaria a secundaria. *PNA* , 5 (4), 147-161.

Feyner, S., Macintyre, B., Höllerer, T., & Webster, A. (1997). A touring machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment. *Proceeding of the first International Symposium on Wearable Computers (ISWC '97)*, (pp. 74-81). Cambrigge, MA, USA.

Font Andreu, J. (2007). *Impacto tecnológico del CAD en la docencia de la Expresión Gráfica en la Ingeniería*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona (UB), Facultad de Bellas Artes, Departamento de Dibujo.

- Gavino, S., Fuentes, L., & Defranco, G. (2012). Recursos Digitales para el Aprendizaje del Dibujo Tecnológico. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación* (7).
- Geddes, D., & Fortunato, I. (1993). *Geometry: Research and Classroom Activities*. New York: D. T. Owens, Ed., Research Ideas for the Classroom: Middle Grades Mathematics.
- Gerson, H., Sorby, S., Wysocki, A., & Baartmans, B. (2001). The Development and Assessment of Multimedia Software for Improving 3-D Spatial Visualization Skills. *Computer Applications in Engineering Education* , 9 (2), 105-113.
- Gilbert, A. (2011). Los tablets acaban con el crecimiento de ventas de ordenadores. *. El Economista.es*.
- Giménez Morell, R., Grassa Miranda, V., & Vidal Alamar, M. (2010). Consideraciones sobre las imágenes mentales en el sistema diédrico español. *Arte, Individuo y Sociedad* (1), 111-120.
- Gómez Molina, J. J. (2002). *Máquinas y herramientas de dibujo*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- González, A., Carbonell, C., Saorín, J. L., & de la Torre Cantero, J. (2011). 3D Modeling for competences development of new degrees within the field of maritime. *Journal of Maritime Research* , 8 (3), 71-85.
- Guitert, M., Romeu, T., & Pérez-Mateo, M. (2007). Competencias TIC y trabajo en equipo en entornos virtuales. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)* , 4 (1).
- Guzmán, J., Gutiérrez, A., & Meza, J. (2001). Estudio y Modelado de un Brazo Robótico Lego de tres grados de libertad. *Lámpsakos* , 3 (6), 5-11.
- Hepplestone, S., Holden, G., Irwin, B., Parkin, H. J., & Thorpe, L. (2011). Using technology to encourage student engagement with feedback: a literature review. *Research in Learning Technology* , 19 (2), 117-127.
- Hikmet, N., Taylor, E. Z., & Davis, C. J. (2008). The Student Productivity Paradox: Technology Mediated Learning in Schools. *51* (9), 128-131.
- Hodgson, T. (1996). Students' Ability to Visualize Set Expressions: An Initial Investigation. *Educational Studies in Mathematics.* , 30, 159-178.
- Homns, O. (2008). *La formación profesional en España. Hacia la sociedad del conocimiento*. Fundación "La Caixa"., Barcelona.
- Ipsos-Mori. (2007). *Great Expectations of ICT: how Higher Education Institutions are measuring up*. Research Study Conducted for the Joint Information Systems Committee (JISC).
- ITL Research. (2011). *Preparando a estudiantes y profesores para el siglo XXI*. Microsoft. Redmond: Microsoft.

- Kam, M., Rudraraju, V., & Tewari, A. (2007). Mobile gaming with children in rural India: Contextual factors in the use of game design patterns. *3rd Digital games research association international conference (DiGRA '07)*. Tokyo.
- Kato, H., & Billinghurst, M. (1999). Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system. *Augmented Reality, 1999. (IWAR '99) Proceedings. 2nd IEEE and ACM International Workshop on*, (pp. 85-94).
- Kearsley, G., & Shneiderman, B. (1998). Engagement Theory: A Framework for Technology-Based Teaching and Learning. *Educational Technology*, 38 (5), 20-23.
- Kinsey, B. (2003). Design of a CAD Integrated Physical Model Rotator. *Annual Conference & Exposition Engineering Education*. Nashville, Tennessee.
- Kuiper, E., Volman, M., & Terwel, J. (2008). Students' use of Web literacy skills and strategies: searching, reading and evaluating Web information. *Information Research*, 13 (3), paper 351.
- Lara Temiño, Á. (2004). *Utilización del ordenador para el desarrollo de la visualización espacial*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Bellas Artes, Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica.
- Lewis, J. (1995). IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7 (1), 57-78.
- Likert, R. (1932). A technique for development of attitude scales. *Archives of Psychology*, 140, 44-53.
- Lin, H., Choong, Y., & Salvendy, G. (1997). A Proposed Index of Usability: A method for Comparing the Relative Usability of Different Software Systems. *Behaviour and Information Technology*, 16 (4/5), 267-278.
- Linn, M., & Petersen, A. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development*, 56 (6), 1479-1498.
- Lord, T. (1990). Enhancing Learning in the Life Sciences through Spatial Perception. *Innovative Higher Education*, 15 (1), 5-16.
- Lund, A. (2001). Measuring usability with the USE questionnaire. *Usability Interface*.
Retrieved on May 30, 2008 from. <http://www.stcsig.org/usability/newsletter/home-0110.html>.
- Martín-Dorta, N. (2009). *Análisis de dispositivos móviles en el desarrollo de estrategias de mejora de las habilidades espaciales*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Ingeniería Gráfica.
- Martín-Dorta, N., Saorín, J. L., & Contero, M. (2008). Development of a Fast Remedial Course to Improve the Spatial Abilities of Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 97 (4), 505-513.

- Martín-Gutiérrez, J. (2010). *Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la Ingeniería*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Departamento de Ingeniería Gráfica.
- Martín-Gutiérrez, J. (2011). Learning Enhancement in Higher Education. Validation of an Educational App Based on Augmented Reality Technology. In *E-Ied 2011, Proceeding Conference of 41st European Immersive Education Summit*, (pp. 87-97). Madrid, Spain.
- Martín-Gutiérrez, J., Albert Gil, F., Saorín, J. L., & Contero, M. (2010). Dynamic Three-Dimensional illustrator for Teaching Descriptive Geometry and Training Visualisation Skills. *Computer Application Engineering Education*, In press. DOI: 10.1002/cae.20447.
- McGEE, M. (1979). Human spatial abilities: psychometric studies and environmental genetic, hormonal and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86 (5), 889-918.
- Medrano Sanz, I. (2009). *Google SketchUp aplicado al desarrollo de videojuegos educativos*. Proyecto Fin de Carrera, Universidad Carlos III de Madrid, Escuela Politécnica Superior, Ingeniería Técnica de Telecomunicación: Telemática.
- Melgosa Pedrosa, C. (2012). *Diseño y eficacia de un gestor web interactivo de aprendizaje en ingeniería gráfica para el desarrollo de la capacidad de visión espacial*. Tesis Doctoral, Universidad de Burgos, Departamento de Ingeniería Civil.
- Miller, C. (1992). Enhancing Visual Literacy of Engineering Students Through the Use of Real and Computer Generated Models. *Engineering Design and Graphics Journal*, 56 (1), 27-38.
- Murillo Ramón, J. (2000). *Un entorno interactivo de aprendizaje con Cabri-actividades, aplicado a la enseñanza de la geometría en la E.S.O.* Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), Departament de Didáctica de las Matemática i las Ciències Autònoma de Barcelona.
- National Science Board. (2010). *Science and Engineering Indicators*. National Science Foundation.
- Newcomer, J., Raudebaugh, R., McKell, E., & Kelley, D. (1999). Visualization, Freehand Drawing, Solid Modeling, and Design in Introductory Engineering Graphics. *The 29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. San Juan, Puerto Rico.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Norman, D. (1990). *The design of everyday things*. Nueva York, USA: Doubleday.
- Norman, D., & Drapper, S. (1986). *User Centered System Design*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.
- OECD. (2009). *Creating Effective Teaching and Learning Environments: First Results from TALIS*. París: OECD Publishing.

- Olofsson, A., Lindberg, J., & Fransson, G. (2011). Uptake and Use of Digital Technologies in Primary and Secondary Schools – a Thematic Review of Research. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 6 (4), 208-226.
- Ortega-Rivas, A., Saorín, J. L., de la Torre Cantero, J., & Elsheikha, H. (2013). Touch-pad mobile devices for blended learning in immunology practicals. *Medical education*, 47 (5), 518-519.
- Ortega-Rivas, A., Saorín, J., de la Torre Cantero, J., Carmelo, E., & Martínez, E. (2012). Material didáctico digital para realización de prácticas de laboración con soporte de tabletas digitales. *IV Congreso Internacional de Educación Superior en Ciencias Farmacéuticas*. Puerto de la Cruz, Tenerife.
- Pallrand, G., & Seeber, F. (1984). Spatial ability and achievement in introductory physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 22 (5), 507-516.
- Pedró, F. (2011). Tecnología y escuela: lo que funciona y por qué. *XXVI Semana Monográfica de la Educación. La Educación en la Sociedad Digital*. Madrid: Fundación Santillana.
- Peña Mecina, A. (2010). *Enseñanza de la Geometría con TIC en educación secundaria obligatoria*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Departamento de Didáctica, Organización Escolar y Didácticas Especiales.
- Perales, F., & Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369-386.
- Pérez Arranz, F. (2004). Brevísima historia de la lectura electrónica. *El profesional de la información*, 13 (3), 179-190.
- Perrenoud, P. (2006). *Dix nouvelles compétences pour enseigner Invitation au voyage* (5e éd. ed.). París: ESF.
- Peslak, A. R. (2005). The Educational Productivity Paradox. Studying the effects of increased IT expenditures in educational institutions., *Communications of the ACM*, 48 (10), 111-114.
- Potter, C., & Van der Merwe, E. (2003). Perception, Imagery, Visualization and Engineering Graphics. *European Journal of Engineering Education*, 28 (1), 117-133.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2002). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. West Sussex, England.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9 (5), 1-6.
- Redondo Domínguez, E. (2010). Dibujo digital. Hacia una nueva metodología docente para el dibujo arquitectónico. Un estudio de caso. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación* (38), 91-104.
- Redondo, E., & Santana, G. (2010). Metodologías docentes basadas en interfases táctiles para la docencia del dibujo y los proyectos arquitectónicos. *Arquiteturarevista*, 6 (2), 90-105.

- Redondo, E., Fonseca, D., Santana, G., & Navarro, I. (2012). Alfabetización digital para la enseñanza de la arquitectura. Un estudio de caso. *Arquiteturarevista*, 8 (1), 76-87.
- Rekimoto, J. (1996). Augmented Reality Using the 2D Matrix Code. *Proceedings of the 4th Workshop on Interactive Systems and Software (WISS'96)*. Japón.
- Rohaan, E., Taconis, R., & Jochems, W. (2010). Reviewing the relations between teachers' knowledge and pupils' attitude in the field of primary technology education.,. *International Journal of Technology and Design Education*, 20 (1), 15-27.
- Romero Pérez, V. (2009). *Creación de un entorno 3D para la simulación de tráfico urbano*. Proyecto Fin de Carrera, Universidad Carlos III de Madrid, Ingeniería Informática, Madrid.
- Rovira i Juan, J. M. (2010). Web didáctica: "Cabrera de Mar, arqueología i patrimoni". Un ejemplo de reconstrucción o anastilosis virtual de yacimientos y paisajes arqueológicos íberos, romanos y medievales. La infografía al servicio de la arqueología, del patrimonio y de la educación. *Virtual Archaeology Review (VAR)*, 1 (2).
- Ruiz Lamas, G. (2003). Problemas del Diseño en la Era de la Digitalización. *Arte, Individuo y Sociedad* (15), 11-21.
- Sánchez Bautista, J. M. (1996). *El ordenador en la didáctica del Dibujo Técnico*. Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Bellas Artes, Departamento de Dibujo.
- Saorín Pérez, J. L., de la Torre Cantero, J., Martín-Dorta, N., Carbonell Carrera, C., & Contero González, M. (2011). Tablettes digitales para la docencia del dibujo, diseño y artes plástica. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 12 (2), 259-279.
- Saorín, J. (2006). *Estudio del efecto de la aplicación de tecnologías multimedia y del modelado basado en bocetos en el desarrollo de las habilidades espaciales*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ingeniería Gráfica.
- Saorín, J. L., de la Torre Cantero, J., Martín-Dorta, N., & Carbonell, C. (2012). Spatial Training using Digital Tablets. *Proceeding WCLTA 2012*. Bruselas.
- Saorín, J. L., de la Torre Cantero, J., Martín-Dorta, N., & Carbonell, C. (2012). Teaching Management Group Work using Digital Tablets. *Proceeding WCLTA 2012*. Bruselas.
- Segura Díez, M., García, J., & López-Sánchez, C. (2010). Patrones de uso y búsqueda de información sobre adicciones en Internet. *Health and Addictions / Salud y Drogas*, 10 (1), 111-135.
- Smith, I. (1964). Spatial ability-Its educational and social significance. *Developmental Psychology*, 128-136.

- Sorby, S., Wysocki, A., & Baartmans, B. (2003). *Introduction to 3D Spatial Visualization: an active approach*. Clifton Park, NY: Thomson: Delmar Learning.
- Spector, J. (2001). An Overview of Progress and Problems in Educational Technology. *Interactive Educational Multimedia* (3), 27-37.
- Sutherland, I. (1968). A head-mounted three-dimensional display. *1968 Fall Joint Computer Conference, AFIPS Conference Proceedings*, 33, pp. 757-764.
- Tartre, L. (1990). Spatial Orientation Skill and Mathematical Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education* , 21 (3), 216-229.
- Torner Ribé, J. (2009). *Desarrollo de habilidades espaciales en la docencia de la Ingeniería Gráfica*. Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Laboratori d'Aplicacions Multimèdia Doctorat en Enginyeria Multimedia.
- Torres Buitrago, R. (2009). *Aplicación de la metodología interactiva del dibujo técnico en la enseñanza secundaria con el programa cabri 2d-3d*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Facultad de Bellas Artes, Departamento de Dibujo.
- Trucano, M. (2005). *Knowledge Maps: ICT in Education*. infoDev / World Bank, Washington, DC.
- UNESCO. (2011). *REVISION OF THE INTERNATIONAL STANDARD CLASSIFICATION OF EDUCATION (ISCED)* . UNESCO, General Conference, 36th Session., Paris.
- Vandenberg, S., & Kuse, A. (1978). Mental Rotations: A Group Test of Three-Dimensional Spatial Visualisation. *Perceptual and Motor Skills* , 47 (6), 599-604.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbo, C. (2009). Spatial Ability for STEM Domains: Aligning Over 50 Years of Cumulative Psychological Knowledge Solidifies Its Importance. *Journal of Educational Psychology* , 101 (4), 817-835.
- Williams, J., & Chinn, S. (2009). Using Web 2.0 to Support the Active Learning Experience. *Journal of Information Systems Education* , 20 (2), 165-174.
- Yi-Chen, C., Hung-Lin, C., & Wei-Han, H. &.-C. (2011). Use of Tangible and Augmented Reality Models in Engineering Graphics Courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice* , 137 (4), 267-276.
- Zhou, Z., Cheok, A., Li, Y., & Kato, H. (2005). Magic Cubes for Social and Physical Family Entertainment. *Proceedings of ACM CHI 2005 Conference on Human Factors in Computer System*, (pp. 1156-1157). Portland. Oregon.

ANEXOS

A.1 Introducción del Libro: Tecnologías Gráficas Avanzadas al Análisis de las Formas y su Representación: Taller de modelado mediante el uso de ejercicios de papel, software 3D y realidad aumentada.

A.2 Recursos de ayuda para la realización del taller 3D:

- I. Ayuda vistas normalizadas (pdf y pantallazo del fichero SketchUp y del fichero RA + link a la ayuda de anfore3d)
- II. Guía de referencia rápida personalizada con las herramientas necesarias para el uso SketchUp.
- III. Guía de referencia rápida de SketchUp con todas las herramientas, tanto para Windows como para Mac.
- IV. Referencia a los vídeo-tutoriales para explicar el Taller, personalizar la interface y para explicar la realización de ejercicios (pantallazos y link a www.anfore3d.com)

A.3 Láminas A4 para la realización de forma tradicional de los 150 ejercicios del Taller 3D para el Análisis de la Formas y su Representación.

A.4 Láminas A4 con las soluciones de los 150 ejercicios en formato 2D tradicional.

A.1

Introducción del Libro: Tecnologías Gráficas Avanzadas al Análisis de las Formas y su Representación:
Taller de modelado mediante el uso de ejercicios de papel, software 3D y realidad aumentada.

Tecnologías Gráficas Avanzadas aplicadas al Análisis de las Formas y su Representación.

Taller de Modelado mediante el uso de ejercicios en papel, software 3D y Realidad Aumentada.

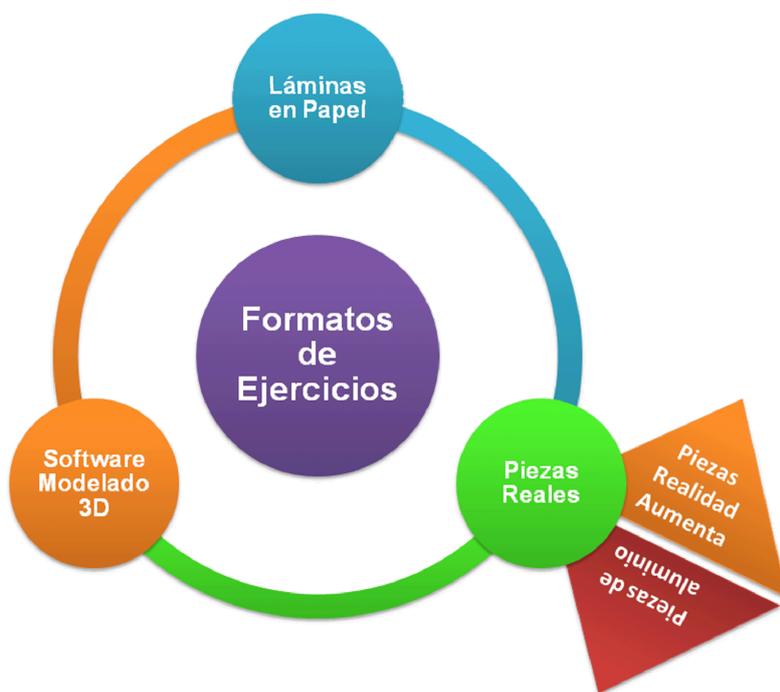
Contenidos

1	INTRODUCCIÓN	2
2	DESCRIPCIÓN DEL TALLER	5
3	FASE DE INICIACIÓN	7
	Práctica 1.1: Modelos Corpóreos	
	Práctica 1.2: Perspectivas	
4	FASE PERFECCIONAMIENTO	12
	Práctica 2.1: Vistas Normalizadas	
5	PIEZAS DE REALIDAD AUMENTADA	15
6	CONTENIDOS DIGITALES	18
	Software necesario	
	Video-tutoriales	
	Taller en láminas A4 en ficheros pdf	
	Taller en ficheros SketchUp (3D)	
	Ficheros para Realidad Aumentada	
	Anexos	
7	ANEXOS: EJERCICIOS EN LÁMINAS A4	19

1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este libro es suministrar un recurso metodológico que combina distintas tecnologías, con el objeto de facilitar el aprendizaje de aquellos conceptos gráficos y **competencias** asociadas al análisis de las formas y su representación. Este bloque de contenidos es muy importante para las enseñanzas artísticas y determinante a la hora de elegir ramas tecnológicas. Algunos estudiantes encuentran dificultades en el aprendizaje de estas materias y estas dificultades se traducen en malos resultados, frustración y falta de motivación.

La aparición de herramientas gráficas avanzadas, posibilita la creación de nuevos métodos para enfrentarse al análisis de las formas y su representación. En este libro se propone una estructura metodológica que permite combinar varias tecnologías tales como los procedimientos clásicos de **lápiz y papel**, **software de modelado en tres dimensiones** y **Realidad Aumentada**.



Con la realización del taller se pretende trabajar sobre diversas competencias. En la sociedad actual, el uso de recursos tecnológicos específicos es el método básico y generalizado en la creación y difusión de imágenes. Por tal motivo, se establece como objetivo propio de la materia el aprendizaje de las nuevas técnicas para la interpretación de la información, en especial la transformación de lenguajes no verbales (gráfico, audiovisual, etc.) y el manejo de los recursos técnicos adecuados para comunicarlos a públicos diversos por medio de soportes y formatos diferentes, colaborando de esta forma a mejorar la **competencia digital**.

Por otro lado, contribuye a la adquisición de la **competencia en expresión cultural y artística** mediante la creación de contenidos multimedia. Incorpora la necesidad de conocer, aunque sea a nivel básico, las técnicas, recursos y convenciones del diseño digital.

Indirectamente, el uso de geometrías tridimensionales, así como el escalado progresivo de los ejercicios, sirve para el desarrollo de la **competencia matemática**.



Adicionalmente nos encontramos con que, por diversas razones, estas habilidades gráficas se encuentran desarrolladas de una manera muy dispar entre los estudiantes. Por ello hay que generar distintas posibilidades de aprendizaje para atender a esta diversidad. Es importante tener en cuenta que el bloque de análisis de formas y su representación forma parte de los programas en muchas materias y niveles educativos (desde la ESO a la Universidad). Debido a ello se ha diseñado un material que pueda ser **escalable tanto en dificultad, complejidad y tiempo de ejecución**. El recurso encaja perfectamente en las asignaturas de Expresión Plástica y Visual (Bloque II: Descripción objetiva de la formas), Tecnología de la ESO (Bloque IV: Técnicas de expresión y comunicación) y en Informática (Bloque III: Multimedia).



Por otro lado la aparición de **los Entornos de Aprendizajes Virtuales (EVA)** en los últimos años nos invita a desarrollar estos contenidos adaptados a estas nuevas tecnologías. De esta manera el taller dispone de un nuevo modelo que estimula el **autoaprendizaje** y que puede servir para nivelar y motivar a los alumnos. Por ello dentro del contenido de este libro se adjuntan una serie de recursos (video-tutoriales, manuales...) diseñados para su integración en este tipo de entornos.

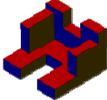


Es importante recalcar que el taller sirve para reforzar contenidos que no se explican en el mismo, como pueden ser las vistas normalizadas o el manejo de la aplicación Google SketchUp. Si se quieren utilizar estos conceptos hay que dedicar un tiempo (recomendamos que no sea mucho, alrededor de media hora) antes de empezar a ejecutar el taller.

Entre los contenidos digitales de este libro se encuentran unos **video-tutoriales de vistas normalizadas y del manejo de la aplicación** que ayudan a resolver esta cuestión.

2 DESCRIPCIÓN DEL TALLER

El taller se estructura en dos fases, partiendo de la idea de que cualquier objeto real puede ser representado de forma objetiva y de cualquier representación objetiva puede hacerse corresponder con un único objeto real. El recorrido conceptual es el de partir de datos más “reales” (piezas de aluminio, modelos de Realidad Aumentada, perspectivas isométricas), que requieren poca capacidad de abstracción en su interpretación y en la obtención de las soluciones (ya sean vistas normalizadas o modelos 3D, dependiendo de si la modalidad del taller es en papel o digital).

FASE	PRÁCTICAS/NIVEL	LOGO	DESCRIPCIÓN	
FASE DE INICIACIÓN	PRÁCTICA 1.1		Crear modelos 3D a partir de piezas de aluminio/realidad aumentada.	
	PRÁCTICA 1.2 Crear modelos 3D a partir de perspectivas isométricas de figuras	NIVEL A		24 figuras inscritas en una rejilla de 3x3x3 con sus caras paralelas a los planos coordenados
		NIVEL B		24 figuras inscritas en una rejilla de 4x4x4 que además incluyen caras inclinadas
		NIVEL C		24 figuras inscritas en una rejilla de 5x5x5 que además incluyen caras curvas
FASE DE PERFECCIONAMIENTO	PRÁCTICA 2.1 Crear modelos 3D a partir de las vistas normalizadas de figuras	NIVEL A		24 figuras inscritas en una rejilla de 3x3x3 con sus caras paralelas a los planos coordenados
		NIVEL B		24 figuras inscritas en una rejilla de 4x4x4 que además incluyen caras inclinadas
		NIVEL C		24 figuras inscritas en una rejilla de 5x5x5 que además incluyen caras curvas

Una vez se ha entrenado la observación y el análisis de las formas sobre modelos reales o de aproximación a los reales (modelos de RA o perspectivas isométricas), se realizarán ejercicios que requieren de mayor capacidad de abstracción espacial. Se parte de representaciones de piezas dadas por sus vistas ortogonales normalizadas, para obtener las aproximaciones a su forma real.

Es importante recalcar que el taller sirve para reforzar contenidos que no se explican en el mismo, como pueden ser las vistas normalizadas o el manejo de la aplicación SketchUp. Si se quieren utilizar estos conceptos hay que dedicar un tiempo (recomendamos que no sea mucho, alrededor de media hora) antes de empezar a ejecutar el taller.

El software elegido para nuestro estudio es el Google SketchUp 8, una aplicación multimedia de libre acceso, multiplataforma (PC y Mac) y de descarga gratuita que nos ofrece la posibilidad de introducirnos en el Modelado 3D con pocos conocimientos y en muy poco tiempo. Dispone de un interface amigable, con un reducido número de órdenes muy intuitivas unido a una sencillez de manejo que propicia un rápido aprendizaje. Su gratuidad facilita la implantación en cualquier Centro, eliminando el problema del coste de adquisición de licencias de software.

Con Google SketchUp podemos visualizar los modelos tridimensionales en perspectiva axonométrica o cónica. También permite, dado un modelo, obtener automáticamente sus vistas normalizadas (planta, alzado, perfil) por lo que es una herramienta adecuada para que los alumnos puedan desarrollar la capacidad de documentar y determinar el sistema de representación adecuado a la producción artística.

Para realizar los contenidos del taller se ha personalizado el entorno de SketchUp de tal manera que al abrir cualquier fichero nos encontremos en un entorno de diseño reconocible y controlado. En este entorno se integra el espacio de trabajo tridimensional (donde se realizan los ejercicios) y un espacio plano 2D donde estará el enunciado del ejercicio de acuerdo al código de colores e iconos de la práctica correspondiente.

3 FASE INICIACIÓN:

Los iconos de las prácticas de esta fase representan modelos 3D con diferentes grados de complejidad. El nivel A, el más fácil está formado por figuras de caras planas y paralelas entre sí y a los planos principales. El nivel B, sigue formado por caras planas, pero incluye caras inclinadas. El nivel C, incluye además caras cilíndricas.

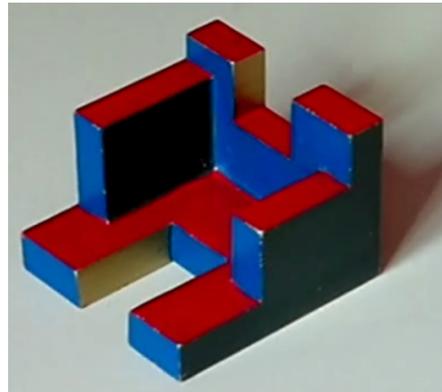


Práctica 1.1: Modelos Corpóreos

Esta práctica está concebida como un entrenamiento previo antes de la realización de ejercicios por niveles. Consiste en representar un modelo 3D a partir de piezas de aluminio. En diversos talleres llevados a cabo con alumnos de distintos niveles educativos (secundaria, bachillerato, ciclos superiores de F.P. y alumnos de bellas artes e ingeniería) se han empleado para esta fase cinco juegos del maletín M14 (lote 14A) de la empresa Maditeg (Maditeg, 1997) consistente en 30 piezas mecanizadas de aluminio



Maletín Maditeg M14 (lote 14A)



Pieza de aluminio pintado

El manejo de modelos corpóreos se ha demostrado como útil para que el alumno desarrolle su capacidad de transferir la realidad tridimensional a una representación bidimensional. Sin embargo, no siempre es fácil disponer de estos modelos de aluminio, por diferentes razones, entre ellas el coste económico y la dificultad de transporte de un número elevado de piezas. Debido a ello esta práctica se puede realizar también con modelos de Realidad Aumentada. Aunque dichos modelos no sustituyen a las piezas reales, al menos su manipulación con las manos es la más semejante a la experiencia de manipular la realidad.

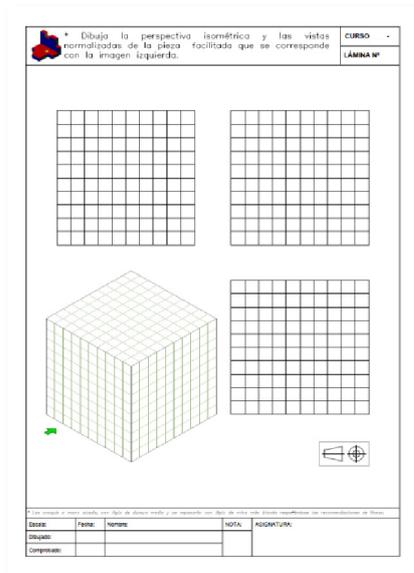
La práctica es la misma con piezas de aluminio o con las de realidad aumentada. De realizarla con realidad aumentada hay que seguir las instrucciones del apartado correspondiente.

Taller de modelado mediante el uso de ejercicios en papel, software 3D y Realidad Aumentada

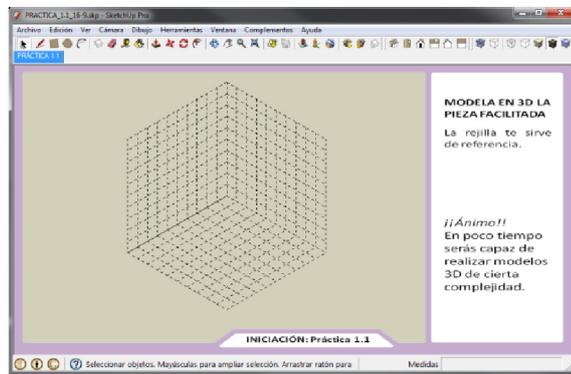


Si esta práctica se realiza en papel, se espera que el alumno realice una perspectiva isométrica del modelo. En caso de realizarse con software de modelado 3D el alumno debe realizar el modelo tridimensional.

Para esta fase existe una plantilla de trabajo en papel y otra en formato digital que permite al alumno modelar en un entorno 3D controlado.



PLANTILLA EN LÁMINA A4

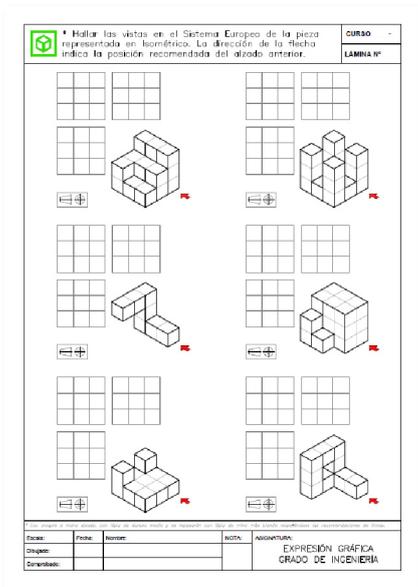


PLANTILLA SKETCHUP
CON REJILLA EN ESPACIO 3D DE TRABAJO

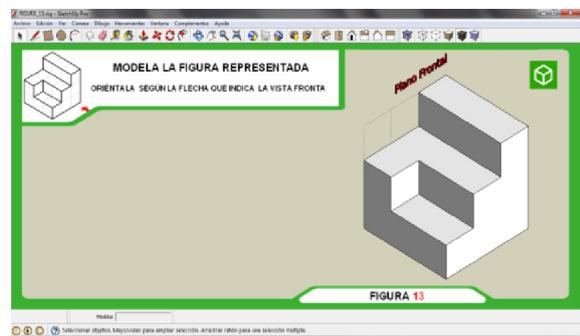
Práctica 1.2: Perspectivas

En esta práctica se parte de enunciados en perspectiva isométrica que son la representación más cercana de las piezas reales. El objetivo de esta práctica será el siguiente:

Si se realiza en papel el alumno deberá de ser capaz de representar las vistas normalizadas sobre una lámina que cuenta con una rejilla adaptada al ejercicio. Esta es la manera tradicional en la que un estudiante se enfrenta a este tipo de ejercicios. Recomendamos como primer acercamiento realizar esta práctica en formato digital, puesto que en ese formato el objetivo del alumno será modelar la misma pieza en tres dimensiones. Este acercamiento resulta más progresivo que el anterior, puesto que requiere un menor nivel de abstracción. Se anima al alumno a ver su propio diseño desde distintos puntos de vista, que reproduzcan las vistas normalizadas para que asimile esos conceptos de forma más natural.

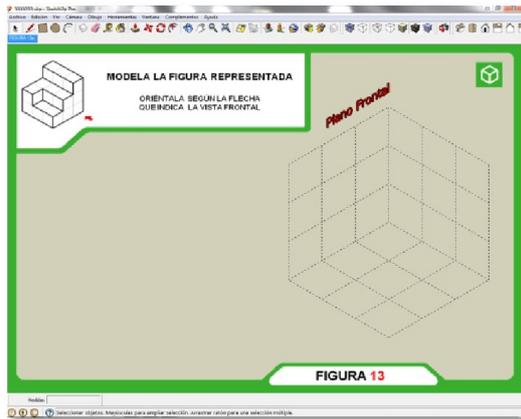


EJERCICIOS EN LÁMINAS A4



EJERCICIOS EN PLANTILLA SKETCHUP CON ENUNCIADO 2D Y ESPACIO 3D DE TRABAJO

Señalar que si se realiza en formato digital hay que tener en cuenta el formato de la pantalla. En pantallas cuadradas se elegirá el formato 4:3 y en pantallas panorámicas el formato 16:9. Esto es importante ya que si no se hace así, la imagen se deforma, perdiéndose la perspectiva y la proporción del enunciado.

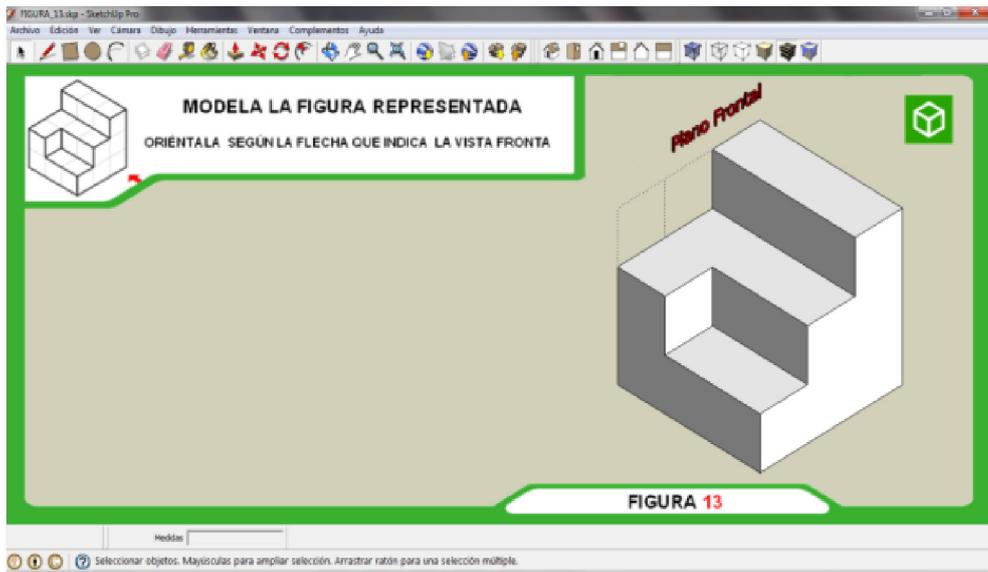


FORMATO "CUADRADO"
4:3

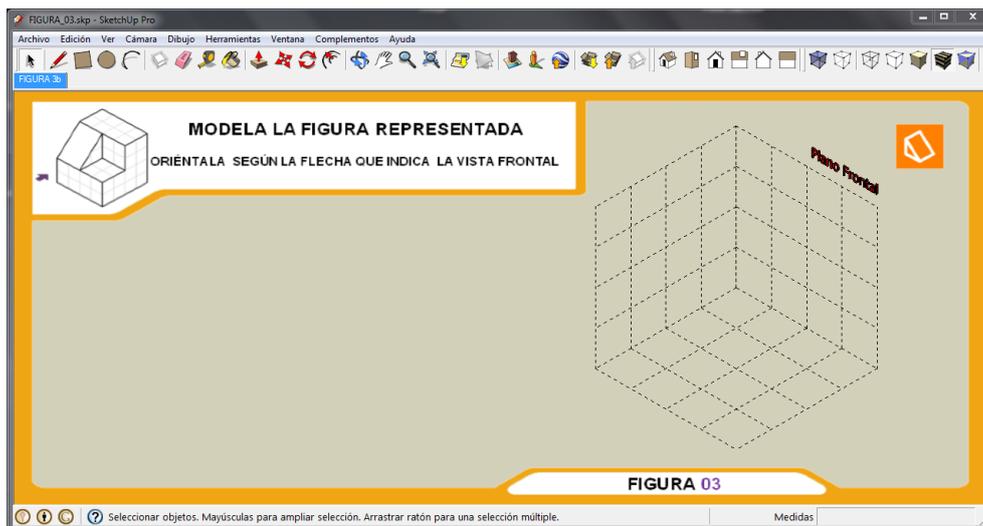


FORMATO PANORÁMICO
16:9

Esta práctica está dividida en tres niveles de dificultad, denominados A, B y C y que se reconocen por el código de colores. Verde para la fase A, naranja para la fase B y rojo para la fase C. En cada nivel de dificultad hay 24 ejercicios. Esto genera múltiples combinaciones de dificultad y de tiempo, que permiten adaptar los contenidos a las circunstancias particulares de cada centro o alumno. Dentro de los contenidos digitales del libro, en la parte de anexos hay realizadas unas fichas con diferentes propuestas del taller adaptando el número de ejercicios al nivel y el tiempo disponible. Cada profesor puede realizar su propia combinación, siendo estas fichas propuestas realizadas por los autores.



EJEMPLO EJERCICIO FASE INICIACIÓN NIVEL A



EJEMPLO EJERCICIO FASE INICIACIÓN NIVEL B



EJEMPLO EJERCICIO FASE INICIACIÓN NIVEL C

4 FASE PERFECCIONAMIENTO:

Los iconos de las prácticas de esta fase representan las proyecciones de modelos 3D con diferentes grados de complejidad. El nivel A, el más fácil está formado por proyecciones de figuras de caras planas y paralelas entre sí y a los planos principales. El nivel B, sigue formado por proyecciones de caras planas, pero incluye caras inclinadas. El nivel C, incluye además la proyección de caras cilíndricas.



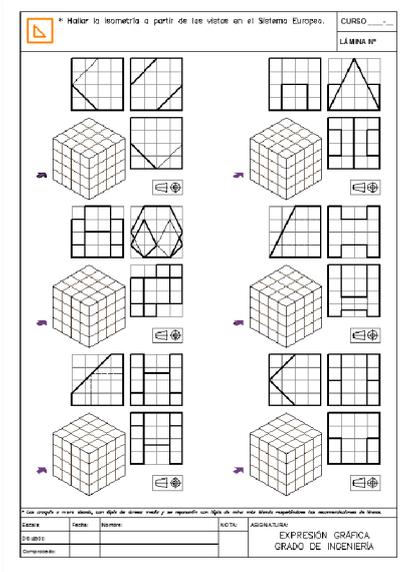
Práctica 2.1

En esta práctica se parte de las vistas normalizadas de un modelo 3D. El objetivo de esta práctica será el siguiente:

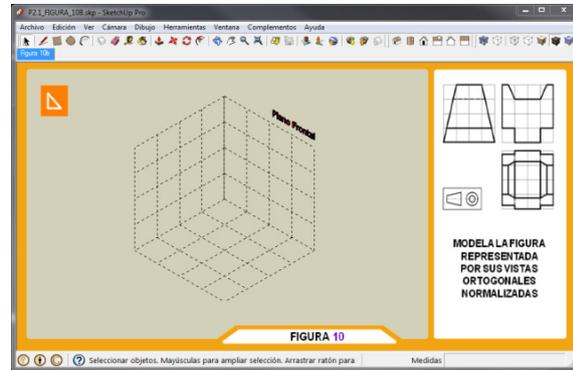
En el caso de realizarse sobre papel, el alumno dibujará la perspectiva isométrica del modelo representado por las vistas. Para ello dispondrá de unas láminas de ejercicios donde tanto las vistas como el modelo están situados sobre una rejilla para facilitar la interpretación del mismo. En formato digital el objetivo del alumno será crear un modelo 3D que corresponda a las vistas del enunciado. A diferencia de los ejercicios de papel, se pide al alumno que mientras va creando el modelo, lo gire para verlo desde distintos puntos de vista, así como generar sus vistas normalizadas y compararlas con el enunciado.



Taller de modelado mediante el uso de ejercicios en papel, software 3D y Realidad Aumentada

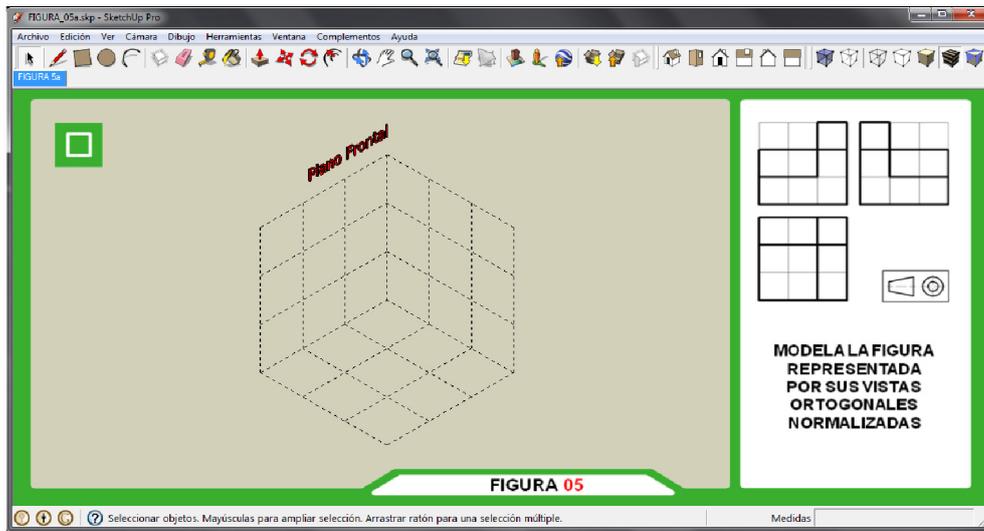


EJERCICIOS EN LÁMINAS A4

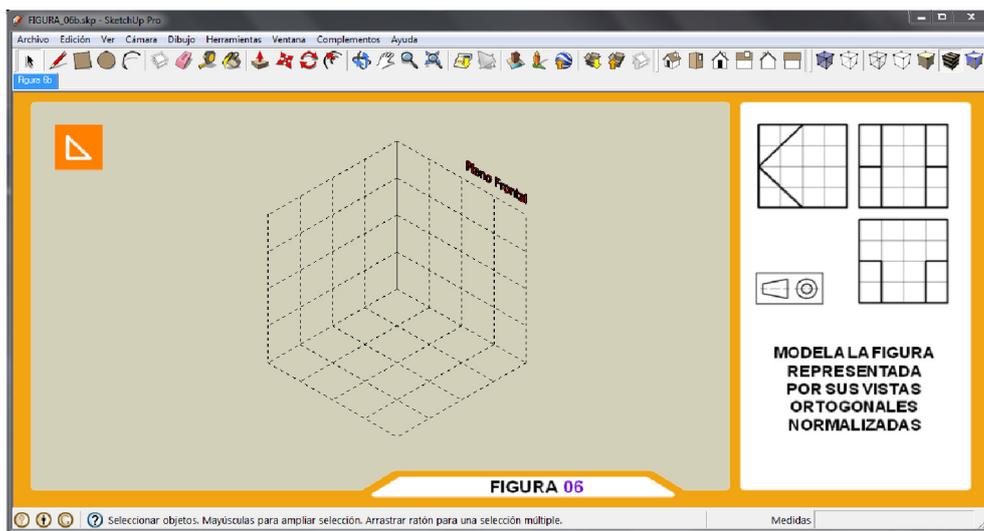


EJERCICIOS EN PLANTILLA SKETCHUP CON ENUNCIADO 2D Y ESPACIO 3D DE TRABAJO

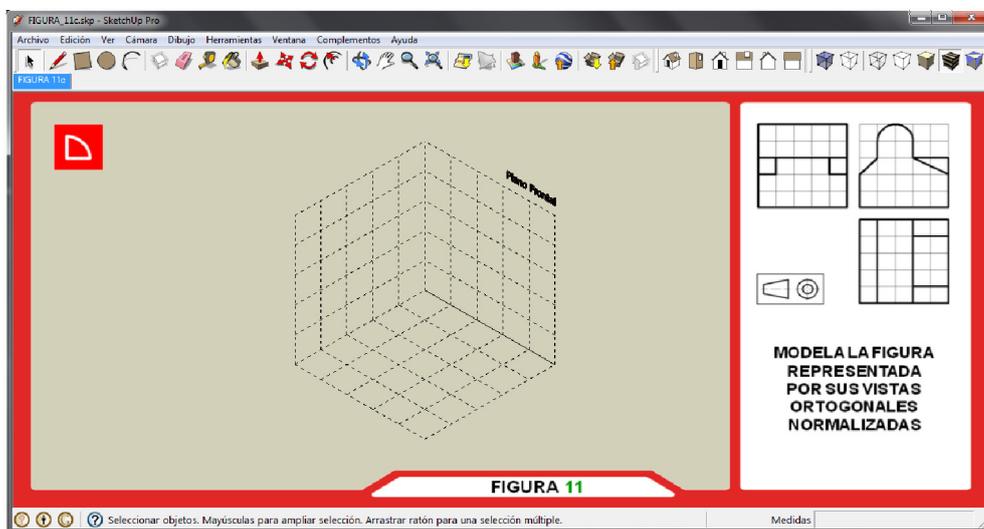
Esta práctica también está dividida en tres niveles de dificultad, denominados A, B y C y que se reconocen por el código de colores. Verde para la fase A, naranja para la fase B y rojo para la fase C. En cada nivel de dificultad hay 24 ejercicios. Esto genera múltiples combinaciones de dificultad y de tiempo, que permiten adaptar los contenidos a las circunstancias particulares de cada centro o alumno.



EJEMPLO EJERCICIO FASE PERFECCIONAMIENTO **NIVEL A**



EJEMPLO EJERCICIO FASE PERFECCIONAMIENTO **NIVEL B**



EJEMPLO EJERCICIO FASE PERFECCIONAMIENTO **NIVEL C**

5 PIEZAS DE REALIDAD AUMENTADA

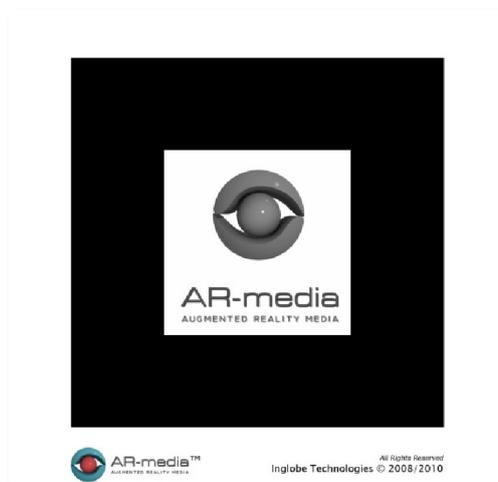
Como hemos comentado al describir el taller, las piezas de aluminio que conforman la práctica 1.1 no siempre están disponibles, por lo que entre el material digital de este libro se encuentran los modelos realizados en Realidad Aumentada.



Para poder utilizar estos modelos de RA, son necesarios los siguientes elementos: Una marca, un programa de visualización, un fichero para cada una de las piezas y una cámara web. Todos estos elementos (menos la cámara) están incluidos dentro del material digital del libro.

Marca

La marca, es única para todas las piezas. Caso de necesitarlo, se puede imprimir en papel, pero es recomendable que se pegue sobre alguna superficie (cartulina, cartón pluma,..) de tal manera que se obtenga un poco de rigidez. Los alumnos manipulan la marca con las manos, como si fuera la pieza real. Para girar la pieza hay que girar la marca.



Marca para visualizar las Piezas en Realidad Aumentada

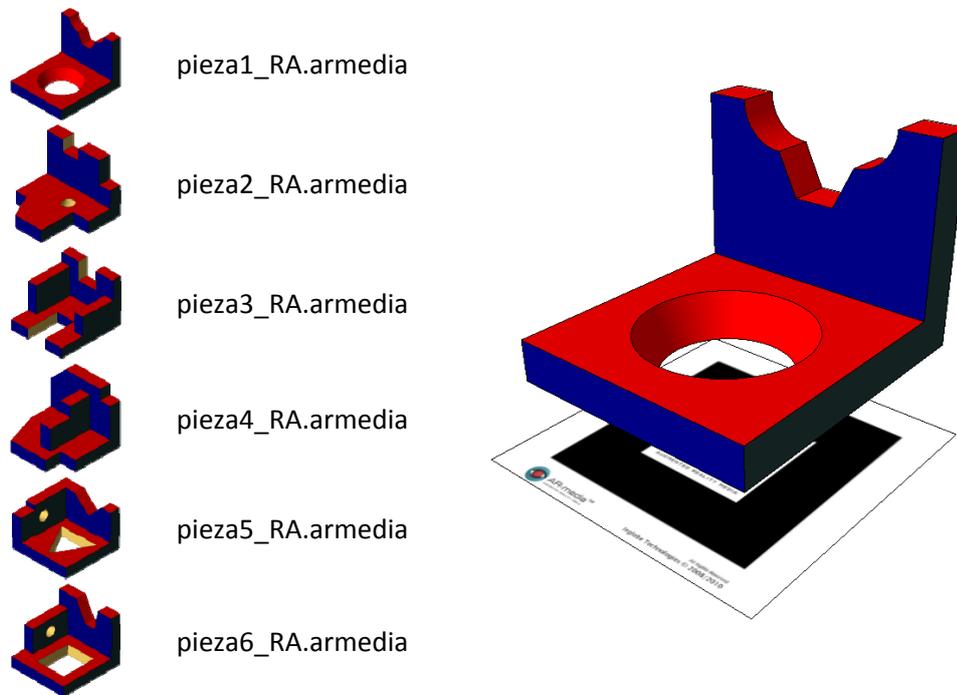
En el material del libro, se encuentra la marca impresa en cartulina, que puede ser utilizada directamente por el alumno. En el contenido digital se incluye la marca en pdf, así como en formato jpg para facilitar su integración con Smartphones y Tabletas Digitales.

Visualizador de ficheros de realidad aumentada

Para poder ver las piezas en realidad aumentada tiene que estar instalado en el ordenador el programa de visualización AR-media Player de Inglobe Technologies disponible de forma gratuita en su página web. En los contenidos digitales del libro está incluido este visualizador.

Ficheros de realidad aumentada.

En el contenido digital de este libro, existe un archivo por cada una de las seis piezas que se pretenden visualizar en la práctica 1.1. Dichos ficheros son los siguientes:



El uso de la realidad aumentada puede sustituir en cierta medida a las piezas de aluminio. El alumno debe mover la marca con sus manos, con gestos similares a los que realizaría con las piezas originales.

Cámara web

Es necesario disponer de una webcam conectada al ordenador para poder visualizar los contenidos en R.A.

6 CONTENIDOS DIGITALES

Este libro se acompaña de una tarjeta usb con los siguientes contenidos:

Software necesario

SketchUp versión 8 (PC o Mac)

Visualizador Piezas Realidad Aumentada: AR-media player

Video-tutoriales

Descripción del Taller

Descripción de la aplicación: SketchUp

Explicación Realidad Aumentada

Explicación Vistas Normalizadas

Taller en láminas A4 en ficheros pdf

Enunciados

Soluciones

Taller en ficheros SketchUp (3D)

Enunciados (formato 4:3 y formato panorámico 16:9)

Soluciones

Ficheros para Realidad Aumentada

Piezas (cada pieza es un fichero)

Marca en formato pdf y jpg

Anexos

Ficha de ayuda SketchUp

Ficha de ayuda Vistas Normalizadas

Fichas de propuestas de ejecución del taller

Fichas taller de 12 piezas por nivel

Fichas taller de 6 piezas por nivel

7 EJERCICIOS EN LÁMINAS A4

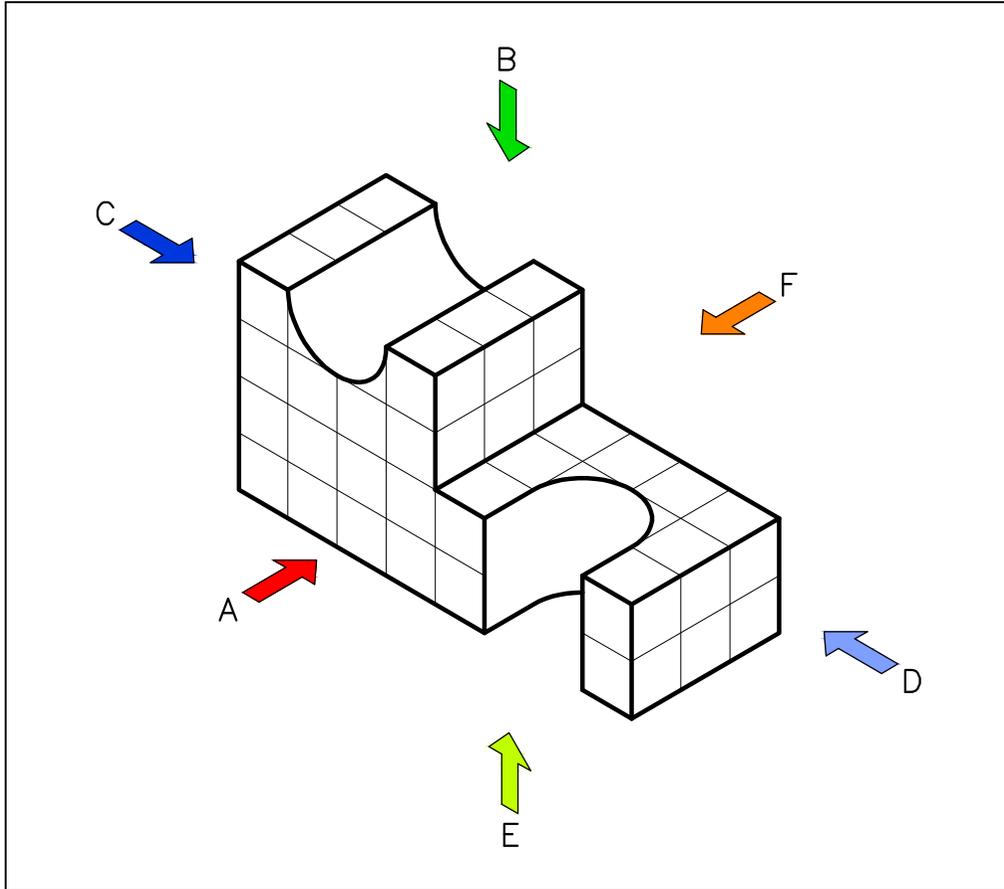
A continuación se facilitan todos los ejercicios propuestos en el taller impresos en láminas A4. Estos ejercicios también se pueden encontrar en formato pdf dentro de los contenidos digitales de este libro. Se incluye esta versión en papel, para que se pueda empezar a trabajar sin tener que imprimir ningún archivo.

A.2

Recursos de ayuda para la realización del taller 3D:

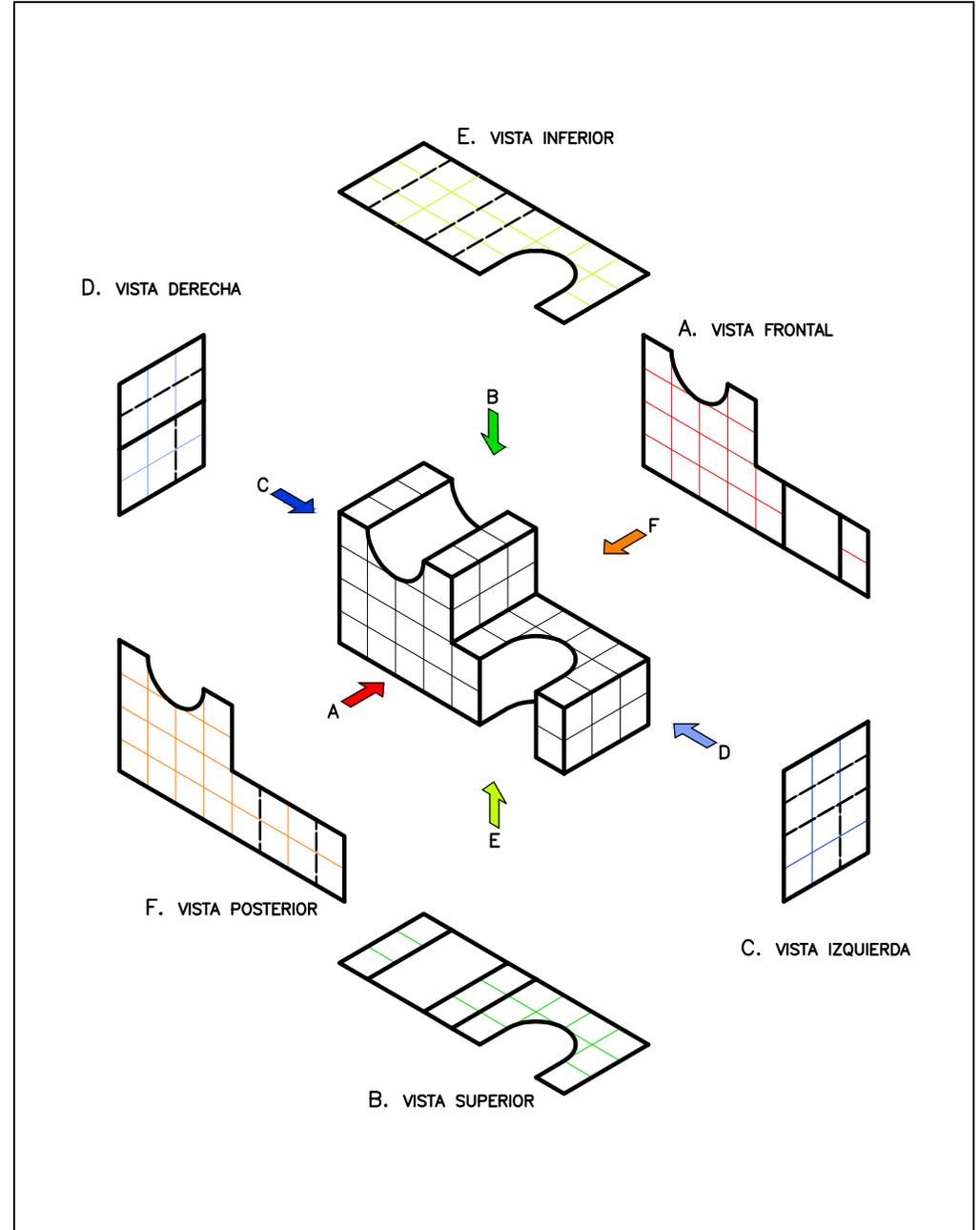
- I. Ayuda vistas normalizadas (pdf y pantallazo del fichero SketchUp y del fichero RA + link a la ayuda de anfore3d)
- II. Guía de referencia rápida personalizada con las herramientas necesarias para el uso SketchUp.
- III. Guía de referencia rápida de SketchUp con todas las herramienta, tanto para Windows como para Mac.
- IV. Referencia a los vídeo-tutoriales para explicar el Taller, personalizar la interface y para explicar la realización de ejercicios (pantallazos y link a ánfore)

DENOMINACIÓN DE LAS VISTAS.

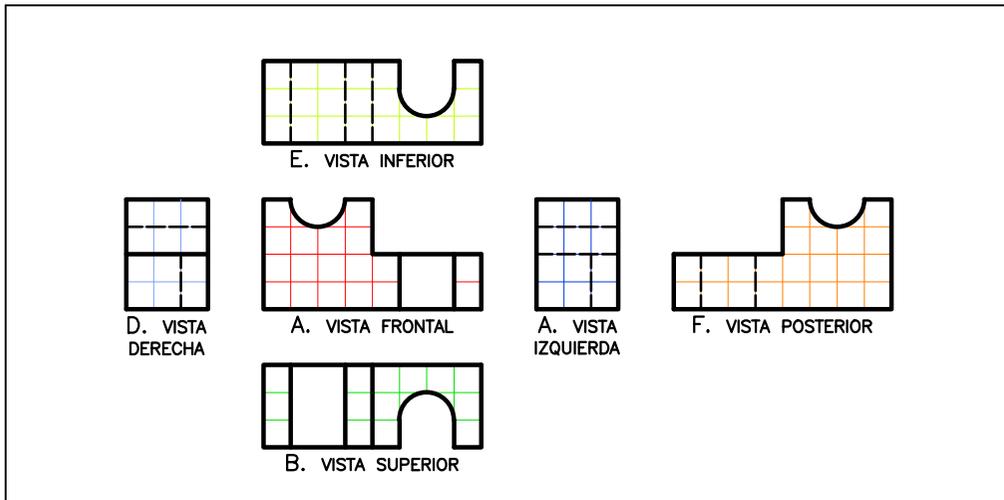
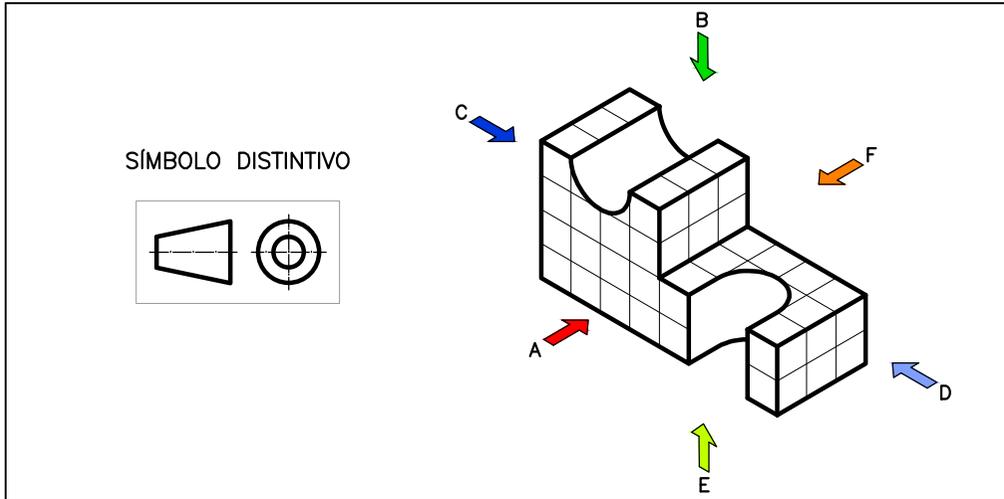


SEGÚN VISTA A	VISTA DE FRENTE O ALZADO
SEGÚN VISTA B	VISTA SUPERIOR O PLANTA
SEGÚN VISTA C	VISTA IZQUIERDA O LATERAL IZQUIERDA
SEGÚN VISTA D	VISTA DERECHA O LATERAL DERECHA
SEGÚN VISTA E	VISTA INFERIOR
SEGÚN VISTA F	VISTA POSTERIOR

RESULTADO DE LAS VISTAS PROYECTADAS.



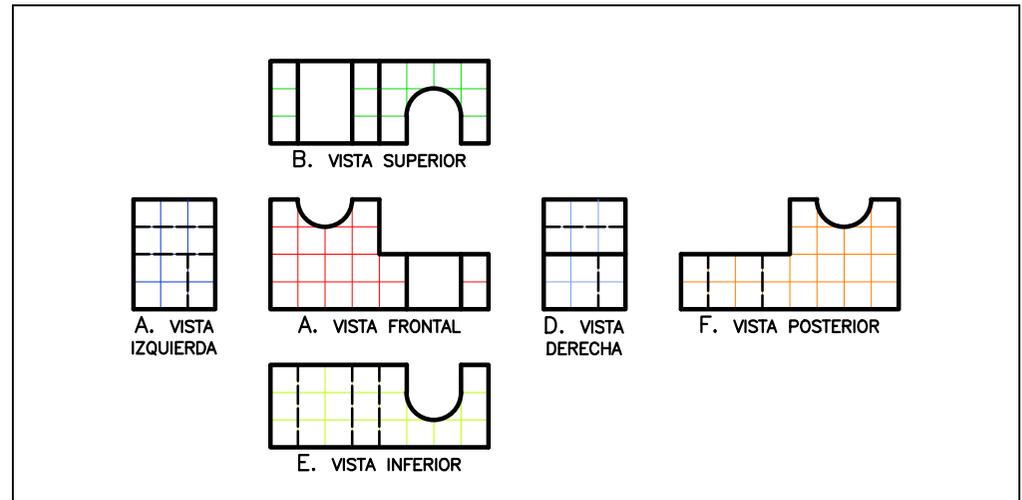
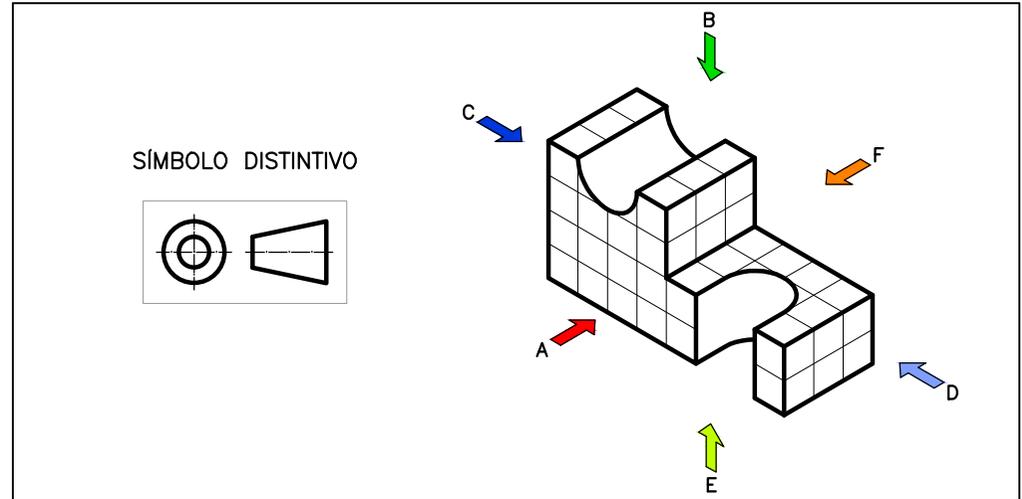
MÉTODO EUROPEO O DEL PRIMER CUADRANTE



Su denominación es debida, por suponerse al objeto situado en el primer cuadrante. Con relación a la vista frontal, las restantes se disponen como sigue:

- La vista superior debajo.
- La vista derecha a la izquierda.
- La vista inferior encima.
- La vista izquierda a la derecha.
- la vista posterior puede disponerse a la derecha o a la izquierda.

MÉTODO AMERICANO O DEL TERCER CUADRANTE



Su denominación es debida, por suponerse al objeto situado en el tercer cuadrante. Con relación a la vista frontal, las restantes se disponen como sigue:

- La vista superior encima.
- La vista derecha a la derecha.
- La vista inferior debajo.
- La vista izquierda a la izquierda.
- la vista posterior puede disponerse a la derecha o a la izquierda.



SELECCIONAR (BARRA ESPACIADORA)

- Ctrl** = Sumar selección
- Shift** = Cambiar agregar/sacar de la selección 
- Shift+Ctrl** = Sacar de la selección
- Ctrl+A** = Seleccionar todo

LÍNEA (L)

- Shift** = Bloquear orientación actual
- Flechas teclado** = Fijar eje bloqueo 
- Tecla número** = Longitud

RECTÁNGULO (R)

- Tecla número** = Longitud; Anchura 

CÍRCULO (C)

- Shift** = Bloquear orientación actual
- Tecla número** = Segmentos 
- Tecla número (fijado centro)** = Radio

ARCO (A)

- Tecla número** = Segmentos
- Tecla número (fijado punto)** = Longitud 
- Tecla número (fijada longitud)** = Curvatura

CREAR COMPONENTE (G)

BORRAR (E)

- Shift** = Ocultar
- Ctrl** = Suavizar
- Shift+Ctrl** = Des-suavizar 

MEDIR (T)

- Ctrl** = Act/Desact creación de geometrías auxiliares 
- Teclas de flecha** = Act/Desact bloqueo de eje
- CCV:Núm.** = Cambiar tamaño modelo

BOTE DE PINTURA (B)

- Ctrl** = Relleno adyacente 
- Shift** = Remplazar
- Shift+Ctrl** = Reemplazo adyacente
- Alt** = Material de muestra 

EMPUJAR/TIRAR (P)

- Ctrl** = Crea una copia de la cara 
- Doble-Click** = Repetir anterior
- Tecla número** = Distancia 

MOVER (M)

- Shift** = Bloquear orientación actual
- Flechas teclado** = Fijar eje bloqueo
- Ctrl** = Crear copia
- Alt** = Crear autoplegado
- Tecla número** = Distancia

ROTAR (Q)

- Ctrl** = Crear copia
- Tecla número** = Elevación: longitud (pendiente) 
- Tecla número** = Ángulo

DESFASE (F)

- Doble click** = Repetir anterior
- Tecla número** = Longitud

ÓRBITA (O)

- Ctrl** = Repetir anterior
- Shift** = mantén pulsada para activar la herramienta Desplazar

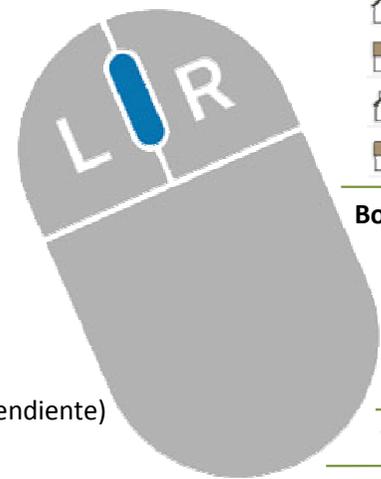
DESPLAZAR (H)

ZOOM(Z)

- Shift** = mantén pulsada y haz clic-arrastra el ratón para cambiar el campo visual

VER MODELO CENTRADO (SHIFT+Z)

-  **Isométrica**
-  **Planta**
-  **Frontal**
-  **Derecha**
-  **Posterior**
-  **Izquierda**
-  **Rayos X**



Botón central (rueda)	Girar	Zoom
	Clic- arrastrar	Orbitar
	Shift+Clic- arrastrar	Desplazar
	Doble clic	Menú contextual
Botón derecho	Clic	Vuelve a centrar vista

Conjunto grande de herramientas			Componentes dinámicos		
Seleccionar (espacio)		Crear componente	Interactuar		Opciones de componente
Pintar (B)		Borrar (E)	Atributos de componente		
Rectángulo (R)		Línea (L)	Desde contornos		Caja de arena (terreno)
Círculo (C)		Arco (A)	Esculpir		Desde cero
Polígono		Mano alzada	Proyectar		Estampar
Mover (M)		Empujar/tirar (P)	Voltear arista		Añadir detalle
Rotar (Q)		Sígueme			
Escala (S)		Equidistancia (F)	Isométrica		Vistas estándar
Medir (T)		Acotación	Frontal		Planta
Transportador		Texto	Posterior		Derecha
Ejes		Texto 3D	Rayos X		Izquierda
Orbitar (O)		Desplazar (H)	Alambre		Estilos
Zoom (Z)		Ver modelo centrado	Sólido		Aristas posteriores
Anterior		Siguiente	Monocromo		Líneas ocultas
Situar cámara		Girar			Sólido con texturas
Caminar		Plano de sección			
			Añadir nuevo edificio...		Google
			Cambiar terreno		Añadir localización...
Revestimiento		Dividir (Pro)	Previsualizar modelo en Google Earth		Texturas fotográficas
Intersecar (Pro)		Unir (Pro)	Obtener modelos...		Compartir componente...
Sustraer (Pro)		Recortar (Pro)			Compartir modelo...

Para mostrar más barras de herramientas, selecciona "Ver > Barras de herramientas" desde la barra de menús.

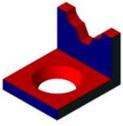


Botón central (rueda)	Girar	Zoom
	Clic-arrastrar	Orbitar
	Mayús+Clic-arrastrar	Desplazar
	Doble clic	vuelve a centrar vista
Botón derecho	Clic	menú contextual

Herramienta	Operación	Instrucciones
Arco (A)	Curvatura	especifica el valor de la curvatura: introduce un número y pulsa Intro
	Radio	especifica el radio: introduce un número y R, y pulsa Intro
	Segmentos	especifica el número de segmentos: introduce un número y S, y pulsa Intro
Círculo (C)	Mayús	bloquea en el plano actual
	Radio	especifica el radio: introduce un número y pulsa Intro
	Segmentos	especifica el número de segmentos: introduce un número y S, y pulsa Intro
Borrar (E)	Ctrl	suaviza/alisa (utiliza en las aristas para que las caras adyacentes aparezcan curvadas)
	Mayús	oculta
	Ctrl+Mayús	deja de suavizar/alisar
Sígueme	Alt	utiliza el perímetro de la cara como trayectoria de extrusión
	Más fácil	selecciona la trayectoria, elige la herramienta "Sígueme" y haz clic en la cara a extrudir
Línea (L)	Mayús	bloquea en la dirección de inferencia actual
	Flechas	arriba o abajo: bloquea en la dirección azul; dcha.: en la roja; izq.: en la verde
	Longitud	especifica la longitud: introduce un número y pulsa Intro
Girar	Altura del ojo	especifica la altura del ojo: introduce un número y pulsa Intro
Mover (M)	Ctrl	mueve una copia
	Mayús	mantén pulsada para bloquear en la dirección de inferencia actual
	Alt	autoplegado (permite el movimiento aunque se deban añadir aristas y caras adicionales)
	Flechas	arriba o abajo: bloquea en la dirección azul; dcha.: en la roja; izq.: en la verde
	Distancia	especifica la distancia del movimiento: introduce un número y pulsa Intro
	Series externas	n copias en fila: mueve la primera copia, introduce un número y X, y pulsa Intro
Series internas	n copias entre dos elementos: mueve la primera copia, introduce un número y /, y pulsa Intro	
Equidistancia (F)	Doble clic	aplica el último valor de equidistancia a esta cara
	Distancia	especifica una distancia de equidistancia: introduce un número y pulsa Intro
Orbitar (O)	Ctrl	mantén pulsada para desactivar la orbitación con peso gravitatorio
	Mayús	mantén pulsada para activar la herramienta Desplazar
Pintar (B)	Ctrl	pinta todas las caras adyacentes coincidentes
	Mayús	pinta todas las caras coincidentes del modelo
	Ctrl+Mayús	pinta todas las caras adyacentes del mismo objeto
Empujar/tirar (P)	Alt	mantén pulsada para tomar una muestra del material
	Ctrl	empuja/tira una copia de la cara (dejando la cara original en su lugar)
	Doble clic	aplica el último valor de empujar/tirar a esta cara
Rectángulo (R)	Distancia	especifica el valor de empujar/tirar: introduce un número y pulsa Intro
	Dimensiones	especifica dimensiones: introduce longitud y anchura, y pulsa Intro, p. ej. 20;40
Rotar (Q)	Ctrl	rota una copia
	Ángulo	especifica un ángulo: introduce un número y pulsa Intro
	Pendiente	especifica un ángulo como pendiente: introduce inclinación:longitud y pulsa Intro, p. ej. 3:12
Escala (S)	Ctrl	mantén pulsada para modificar la escala desde el centro
	Mayús	mantén pulsada para modificar la escala uniformemente (sin distorsionar)
	Cantidad	especifica un factor de escala: introduce un número y pulsa Intro, p. ej. 1,5 = 150%
	Longitud	especifica un factor de longitud: introduce un número y una unidad, y pulsa Intro, p. ej. 10m
Seleccionar (espacio)	Ctrl	añade a la selección
	Mayús	añade/elimina de la selección
	Ctrl+Mayús	elimina de la selección
Medir (T)	Ctrl	crea una guía nueva
	Flechas	arriba o abajo: bloquea en la dirección azul; dcha.: en la roja; izq.: en la verde
Zoom (Z)	Cambiar tamaño	cambia el tamaño del modelo: mide una distancia, introduce el tamaño deseado y pulsa Intro
	Mayús	mantén pulsada y haz clic-arrastra el ratón para cambiar el campo visual

A.3

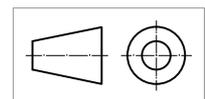
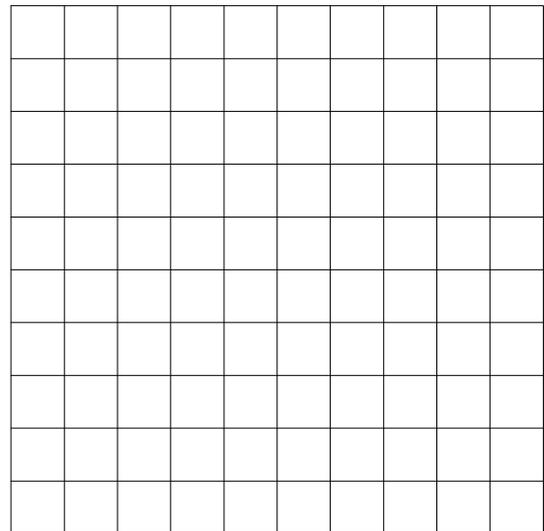
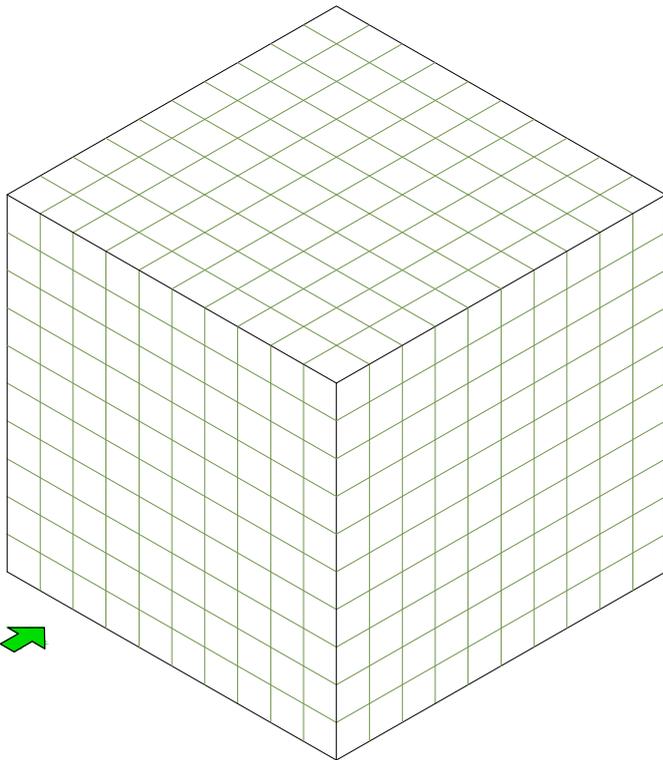
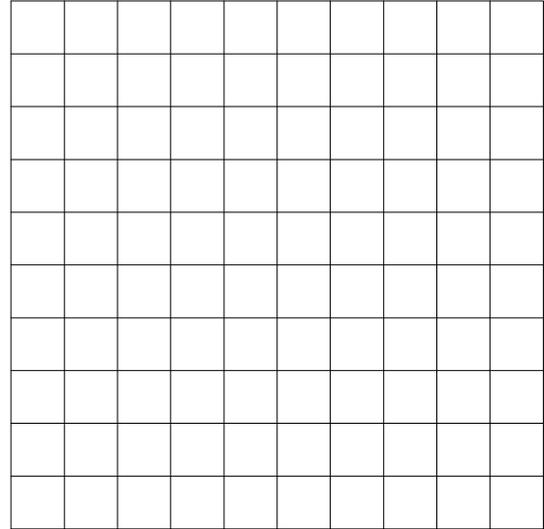
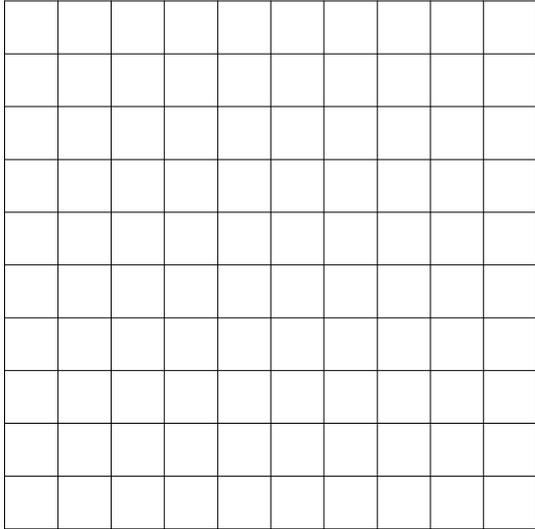
Láminas A4 para la realización de forma tradicional de los 150 ejercicios del Taller 3D para el Análisis de la Formas y su Representación.



* Dibuja la perspectiva isométrica y las vistas normalizadas de la pieza facilitada que se corresponde con la imagen izquierda.

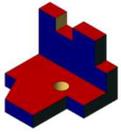
CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

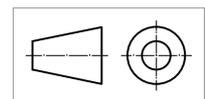
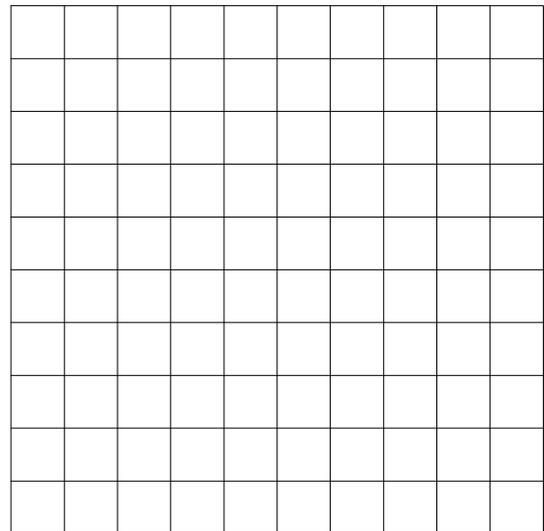
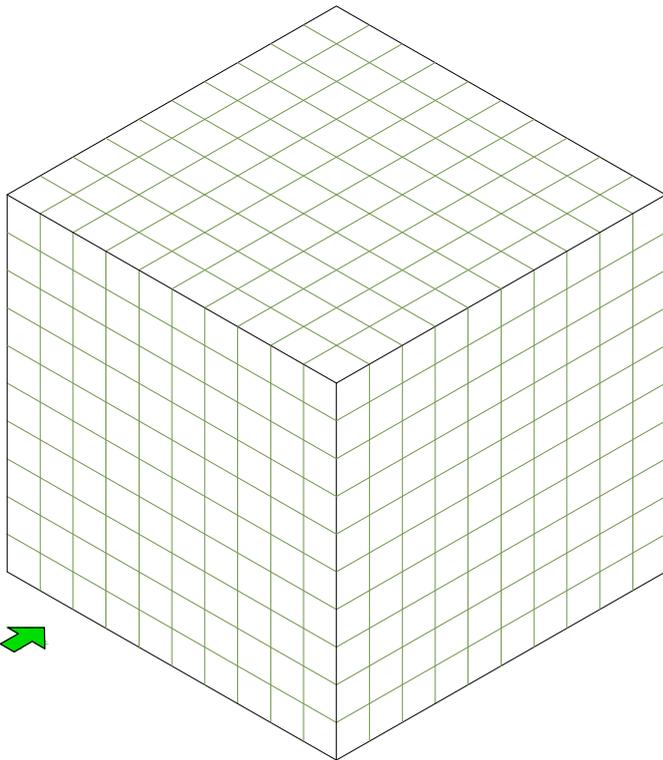
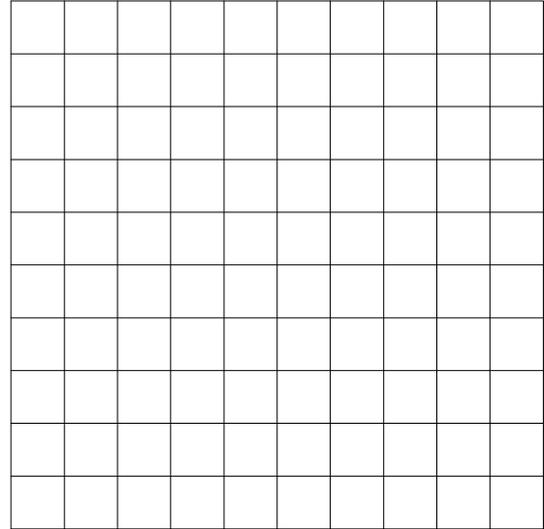
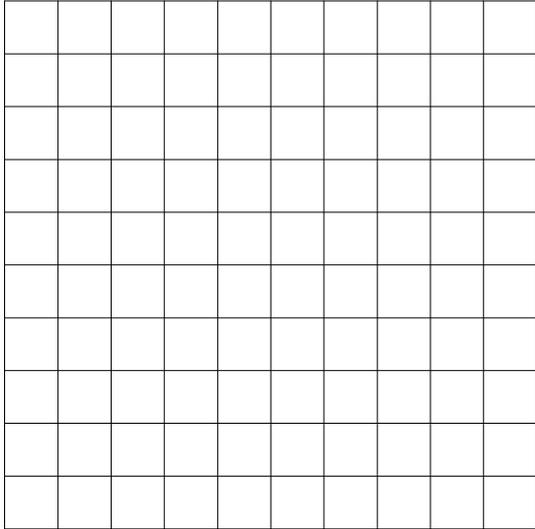
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Dibuja la perspectiva isométrica y las vistas normalizadas de la pieza facilitada que se corresponde con la imagen izquierda.

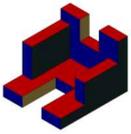
CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

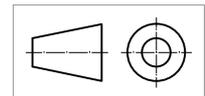
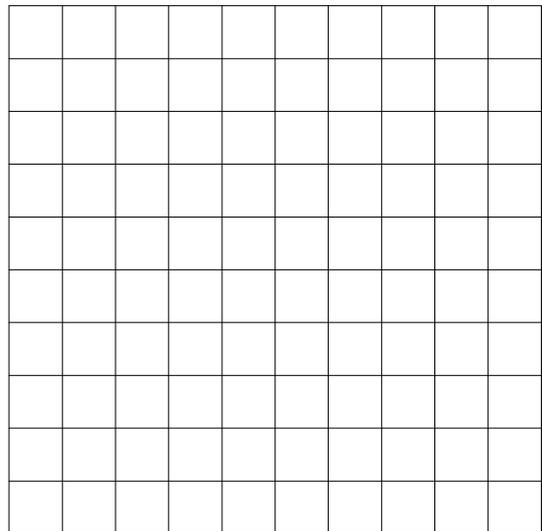
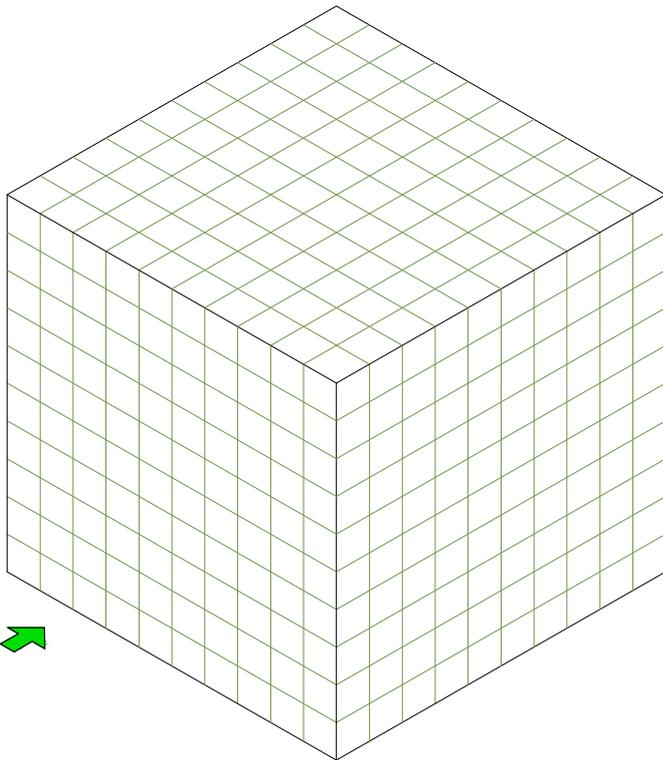
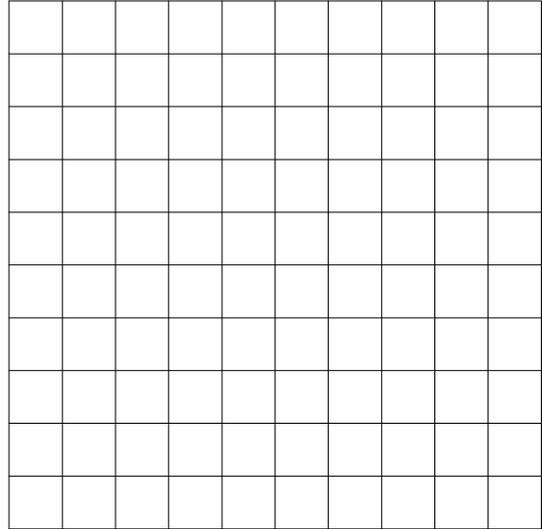
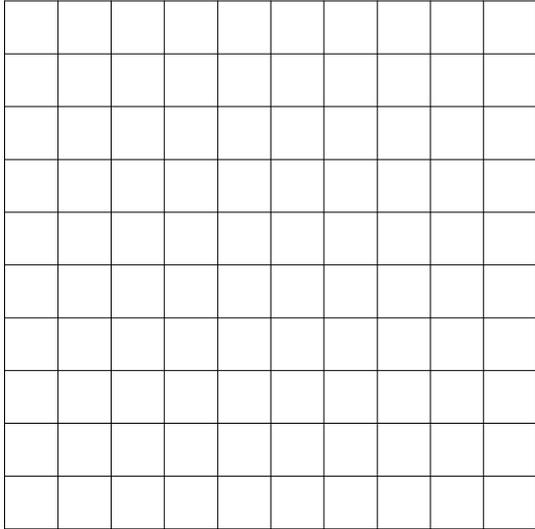
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Dibuja la perspectiva isométrica y las vistas normalizadas de la pieza facilitada que se corresponde con la imagen izquierda.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

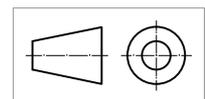
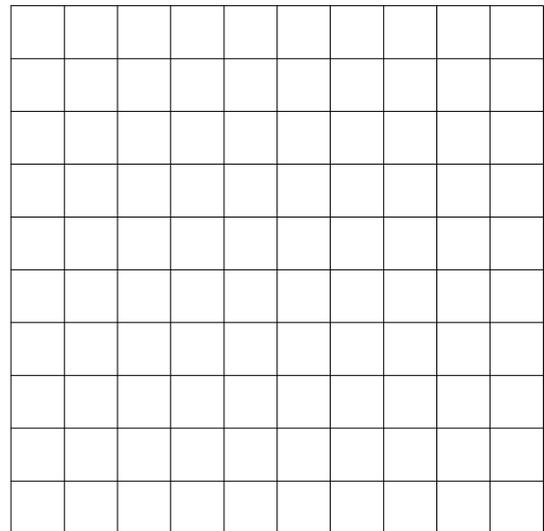
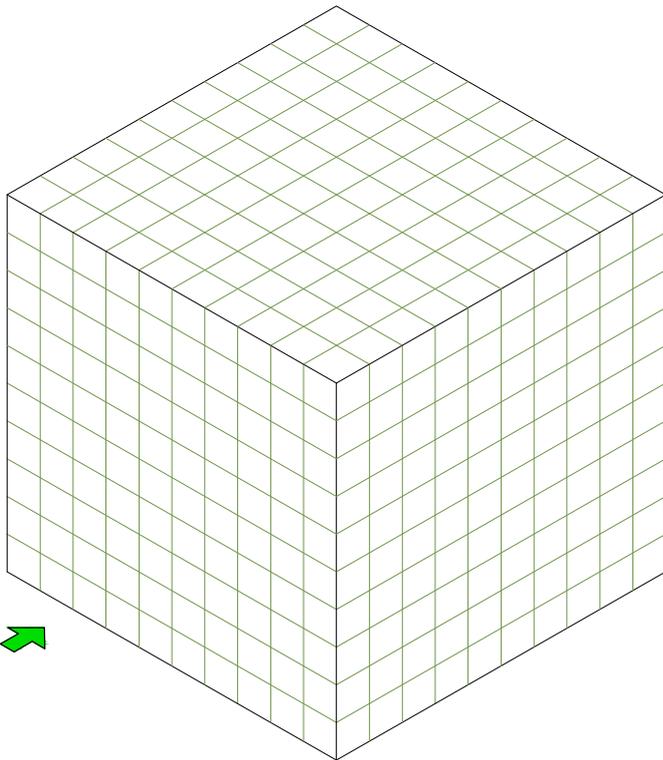
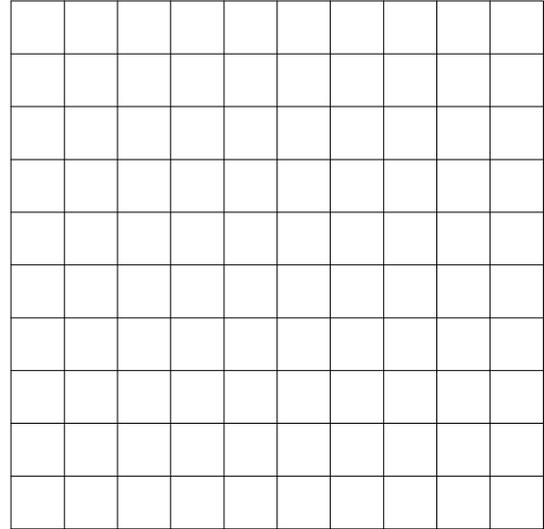
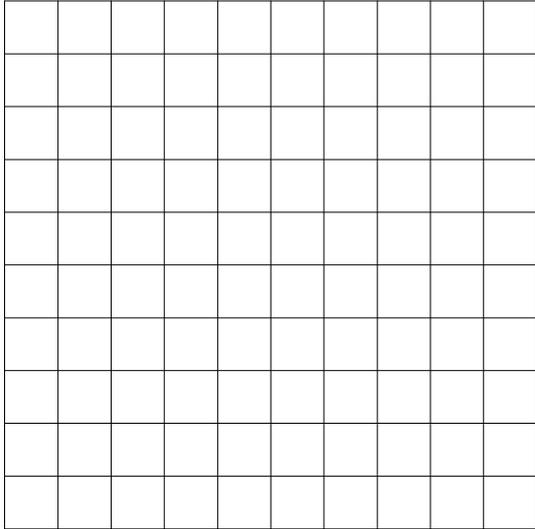
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Dibuja la perspectiva isométrica y las vistas normalizadas de la pieza facilitada que se corresponde con la imagen izquierda.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

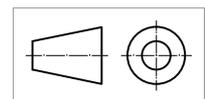
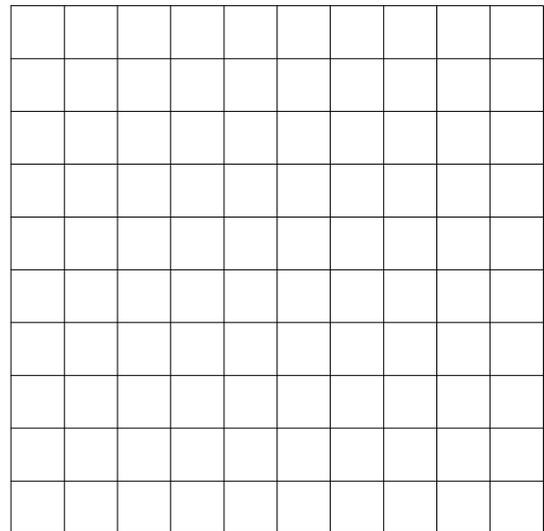
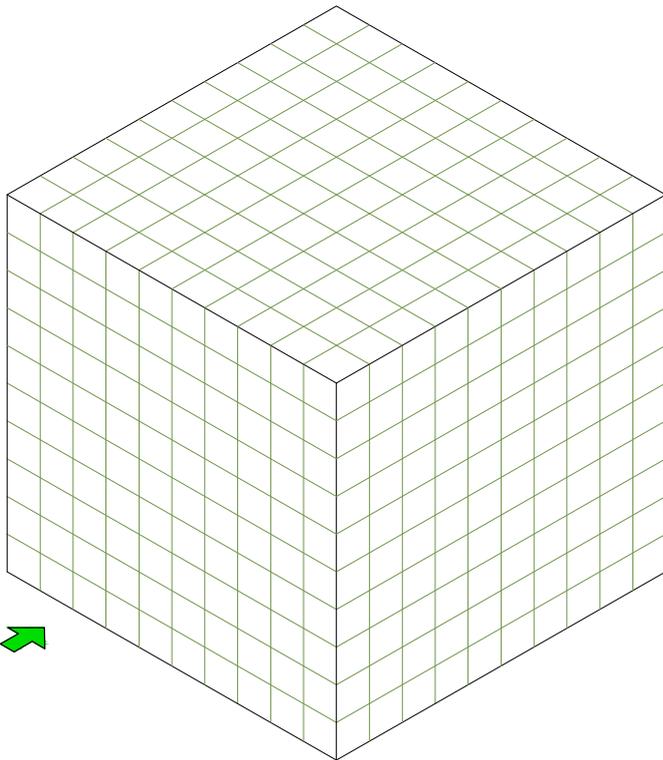
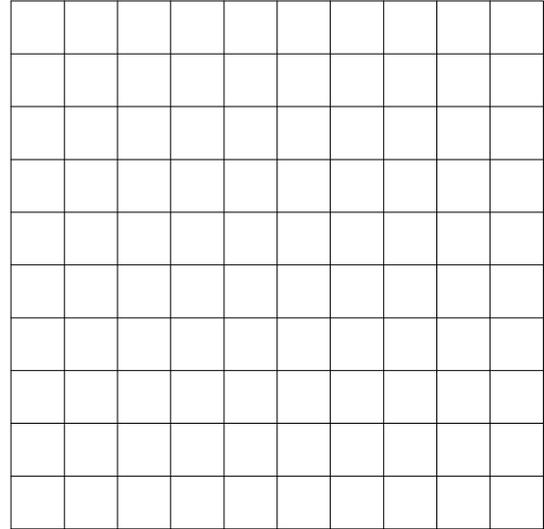
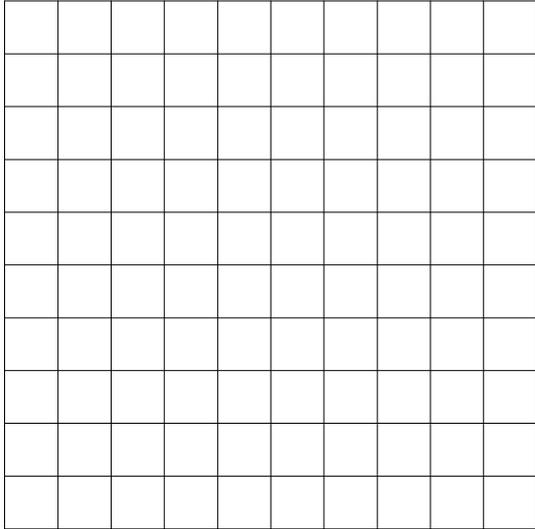
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Dibuja la perspectiva isométrica y las vistas normalizadas de la pieza facilitada que se corresponde con la imagen izquierda.

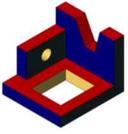
CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

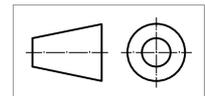
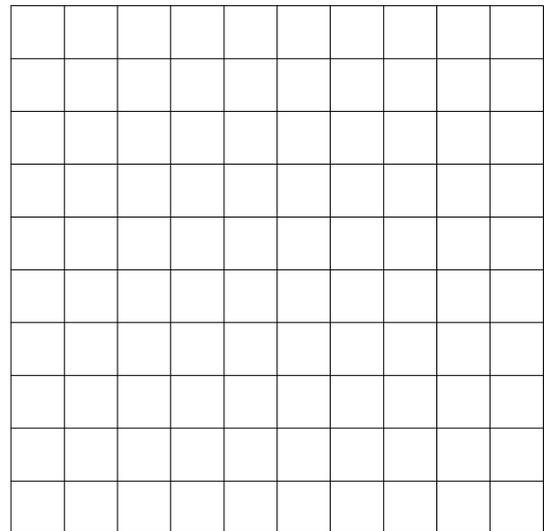
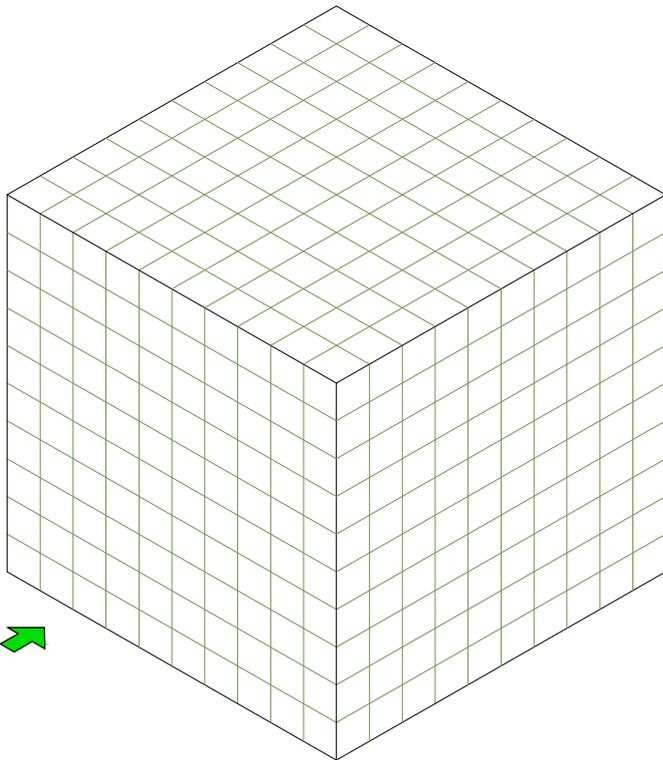
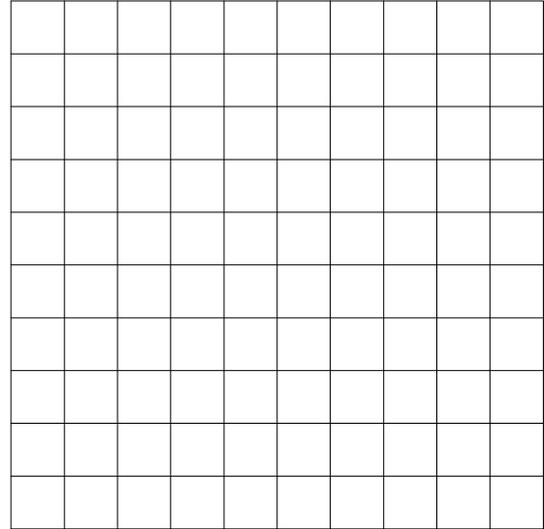
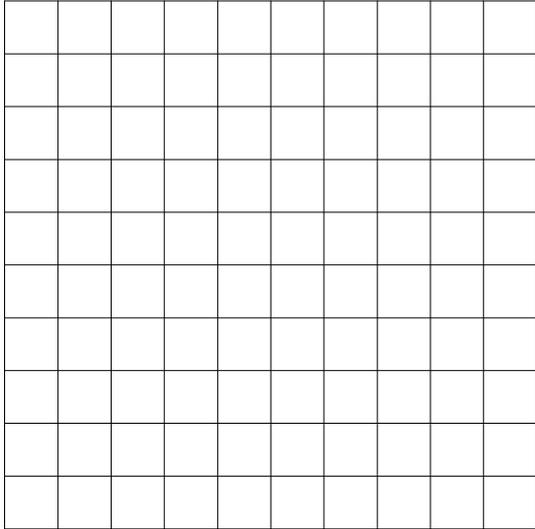
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Dibuja la perspectiva isométrica y las vistas normalizadas de la pieza facilitada que se corresponde con la imagen izquierda.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Directorio de Figuras a realizar en el Nivel A de la Práctica 1.2. Marca con una X las figuras que vayas resolviendo.

CURSO -

PRÁCTICA 1.2.a

Figura 01

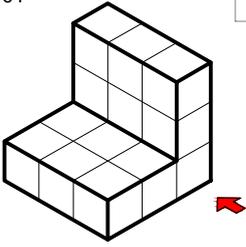


Figura 02

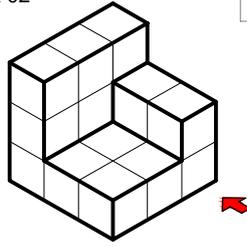


Figura 03

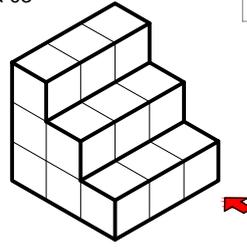


Figura 04

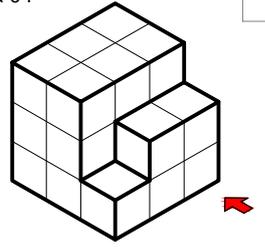


Figura 05

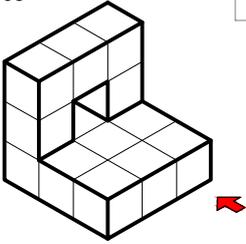


Figura 06

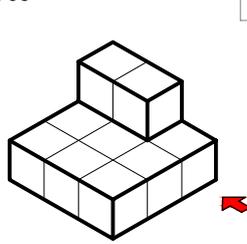


Figura 07

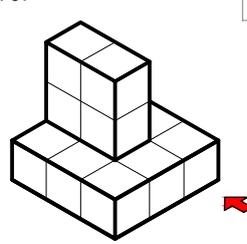


Figura 08

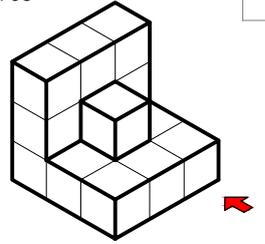


Figura 09

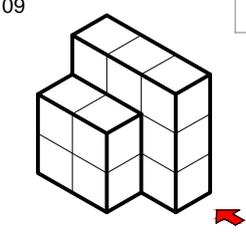


Figura 10

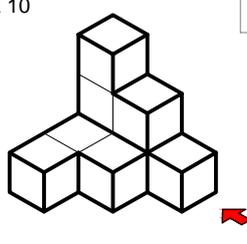


Figura 11

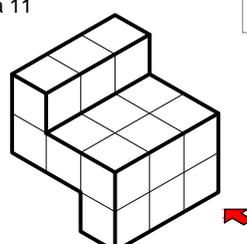


Figura 12

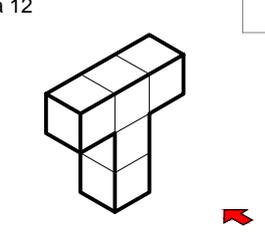


Figura 13

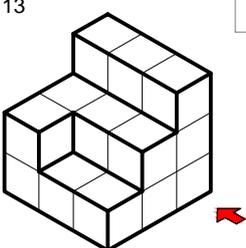


Figura 14

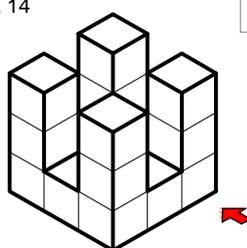


Figura 15

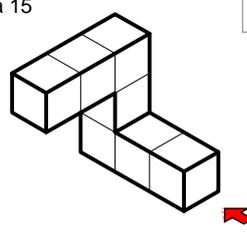


Figura 16

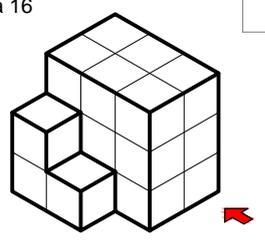


Figura 17

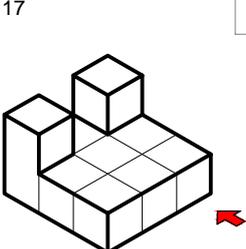


Figura 18

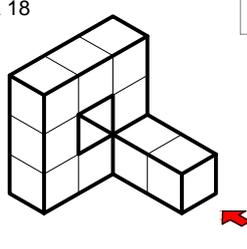


Figura 19

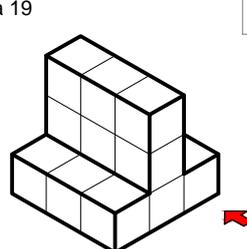


Figura 20

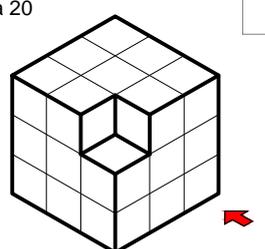


Figura 21

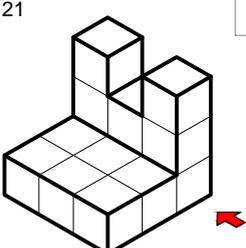


Figura 22

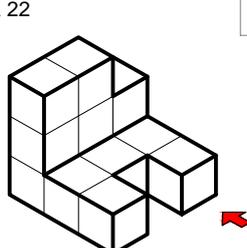


Figura 23

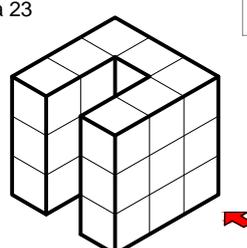
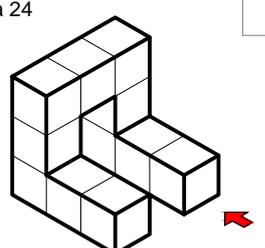


Figura 24



Grupo:

Fecha:

Nombre:

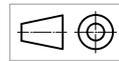
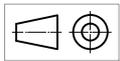
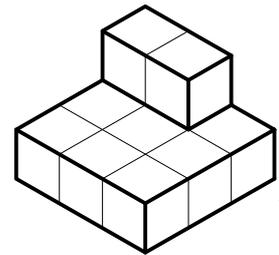
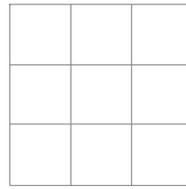
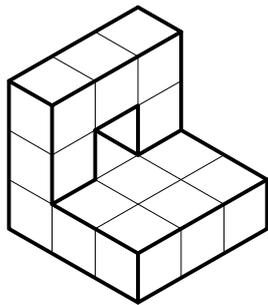
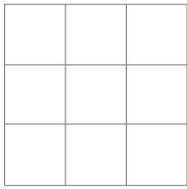
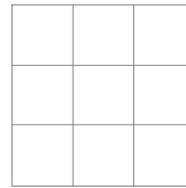
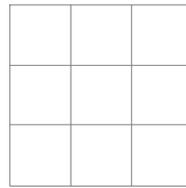
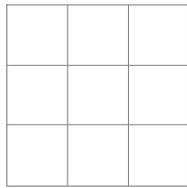
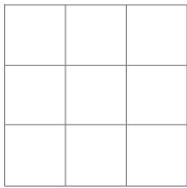
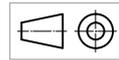
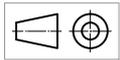
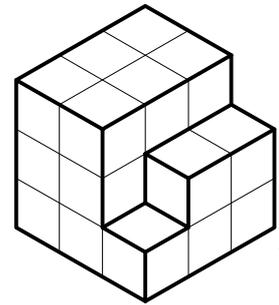
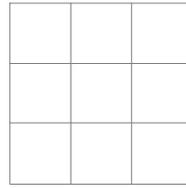
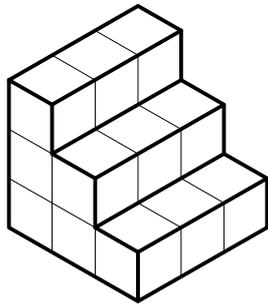
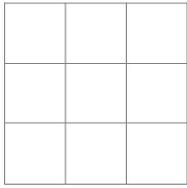
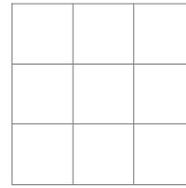
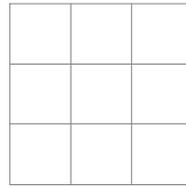
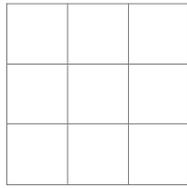
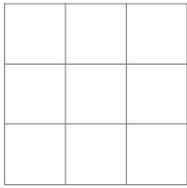
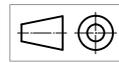
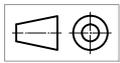
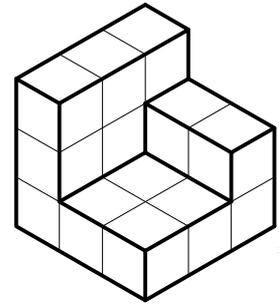
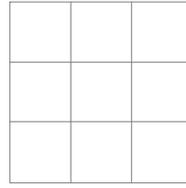
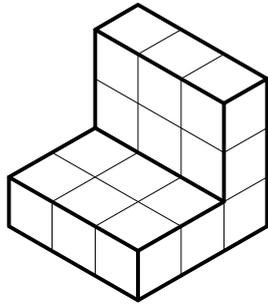
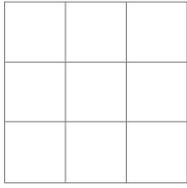
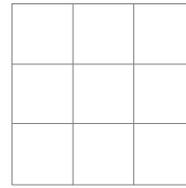
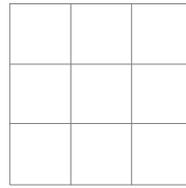
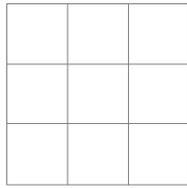
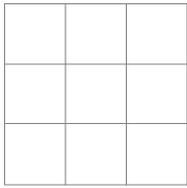
ASIGNATURA:



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

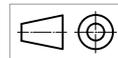
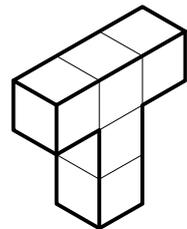
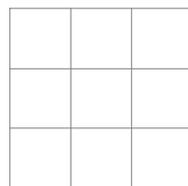
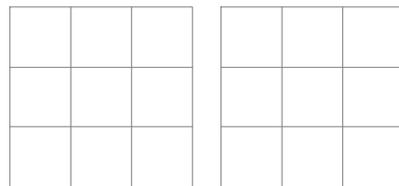
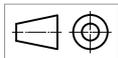
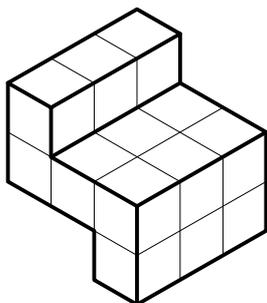
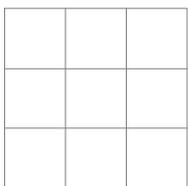
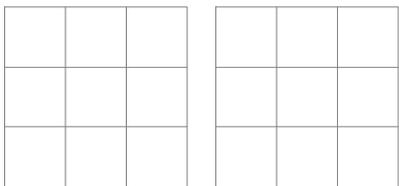
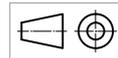
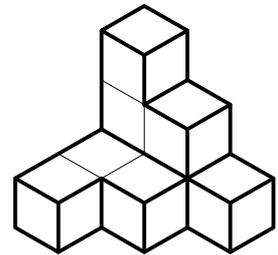
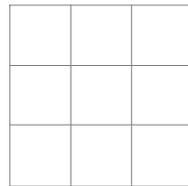
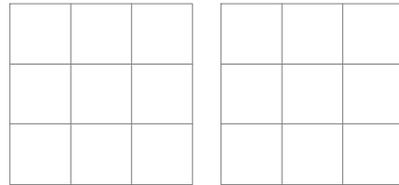
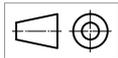
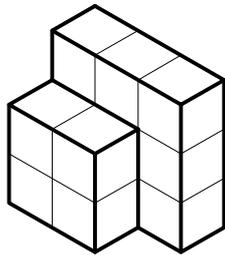
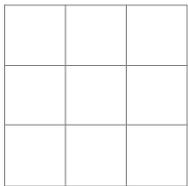
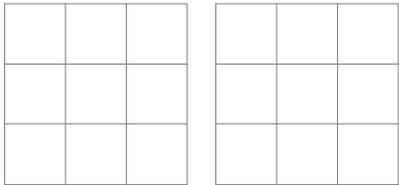
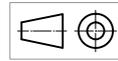
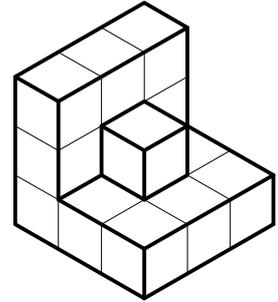
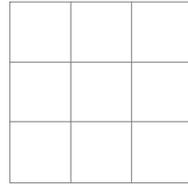
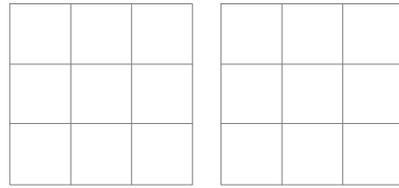
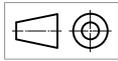
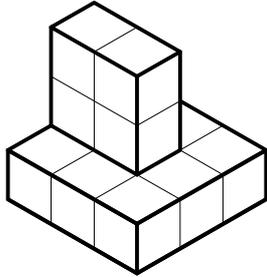
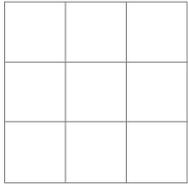
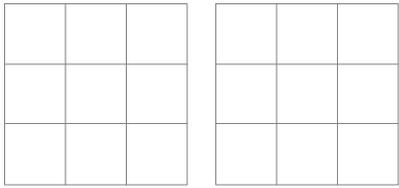
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA Nº



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

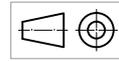
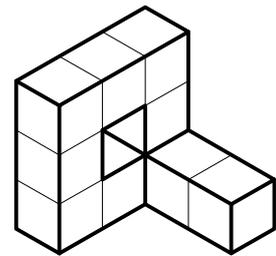
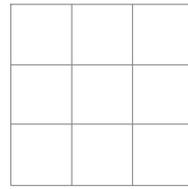
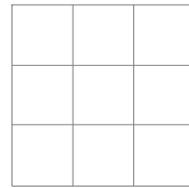
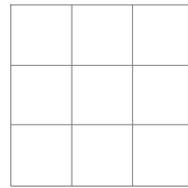
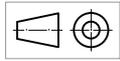
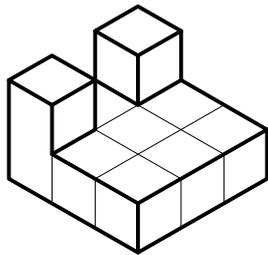
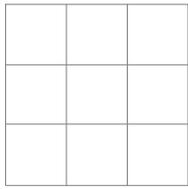
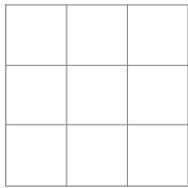
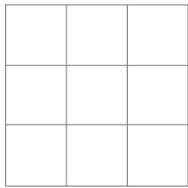
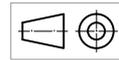
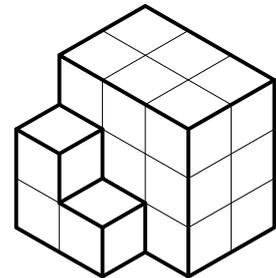
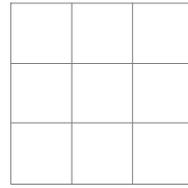
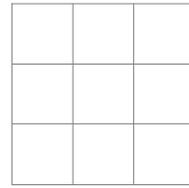
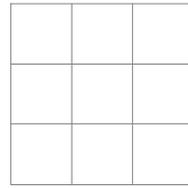
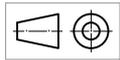
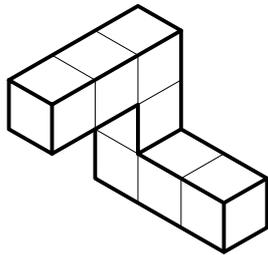
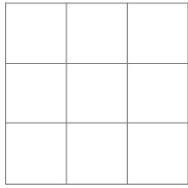
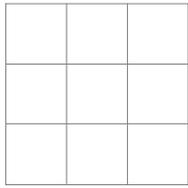
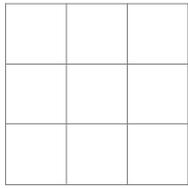
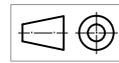
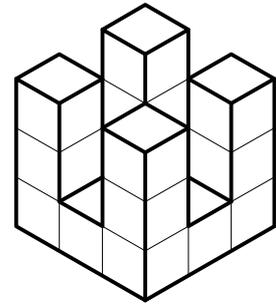
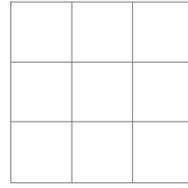
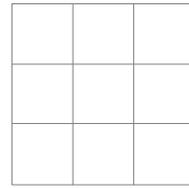
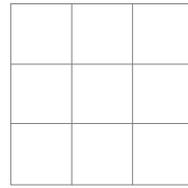
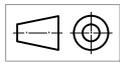
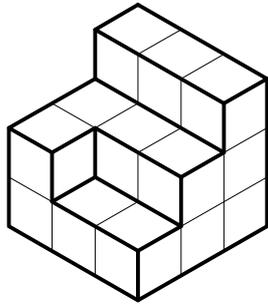
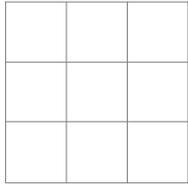
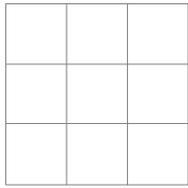
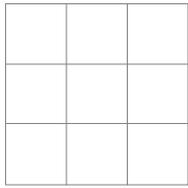
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

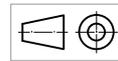
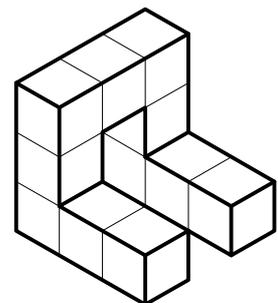
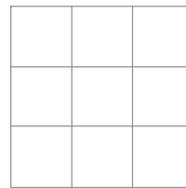
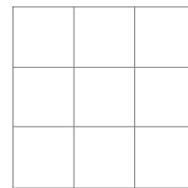
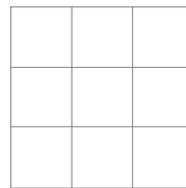
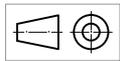
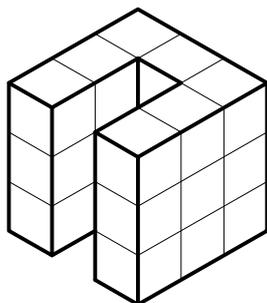
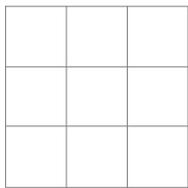
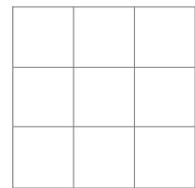
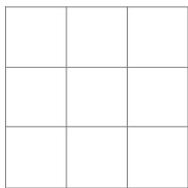
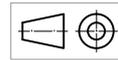
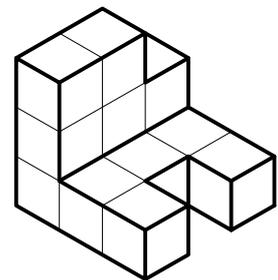
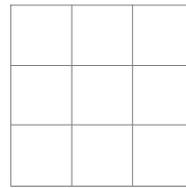
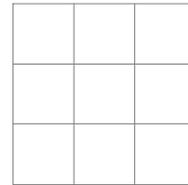
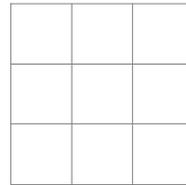
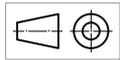
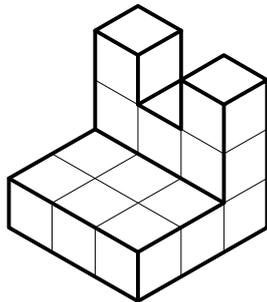
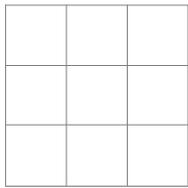
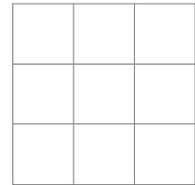
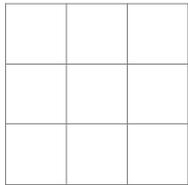
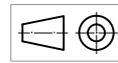
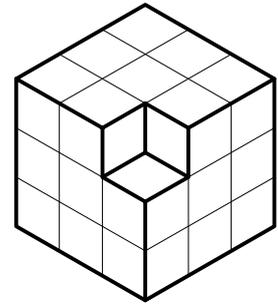
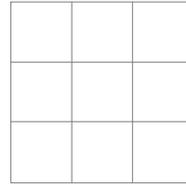
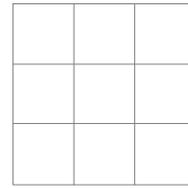
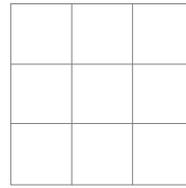
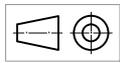
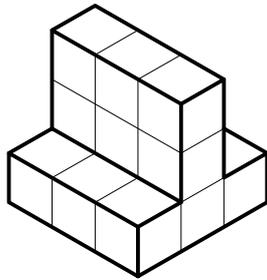
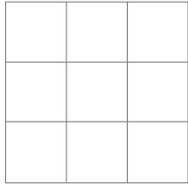
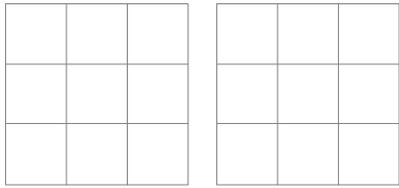
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

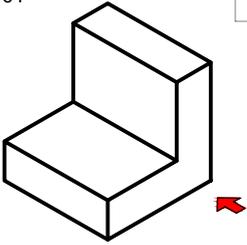
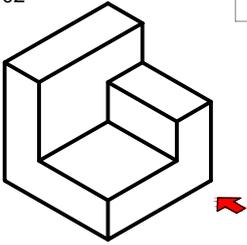
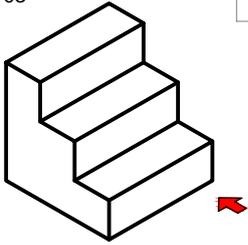
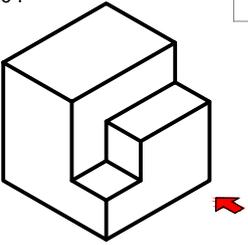
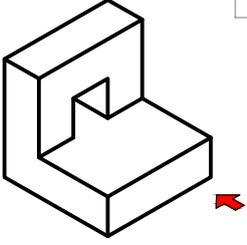
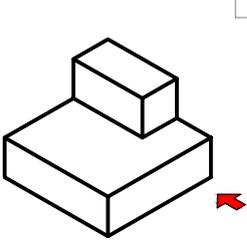
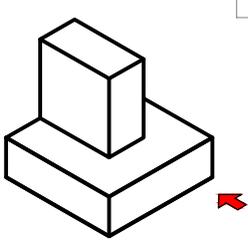
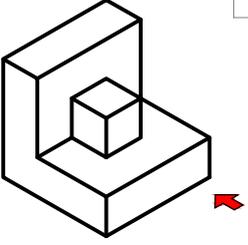
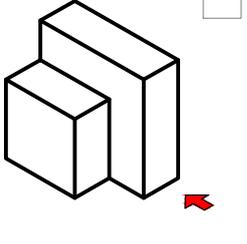
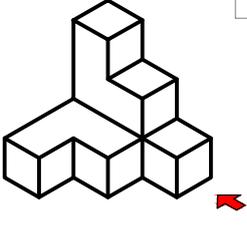
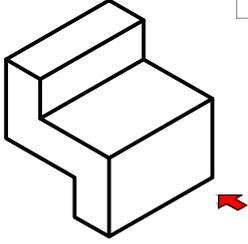
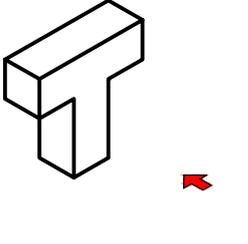
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas (o las vistas normalizadas en caso de trabajar sobre las láminas en papel) y señala el grado dificultad que has encontrado. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 1.2.a

<p>Figura 01 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Figura 02 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Figura 03 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Figura 04 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>Figura 05 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Figura 06 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Figura 07 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Figura 08 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>Figura 09 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Figura 10 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Figura 11 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Figura 12 <input type="checkbox"/></p>  <p>Tiempo invertido en el modelado: <input type="text"/></p> <p>Grado de dificultad: 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>

Grupo:	Fecha:	Nombre:	ASIGNATURA:
--------	--------	---------	-------------

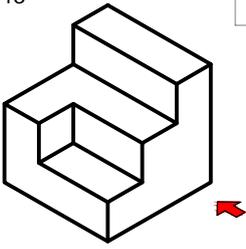


* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas (o las vistas normalizadas en caso de trabajar sobre las láminas en papel) y señala el grado dificultad que has encontrado. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 1.2.a

Figura 13

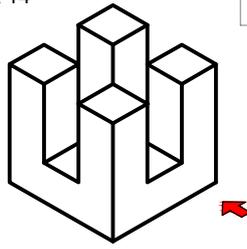


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 14

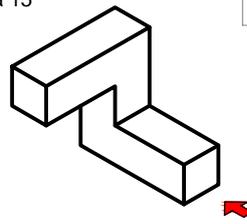


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 15

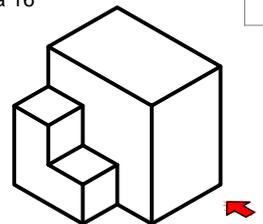


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 16

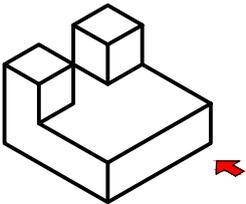


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 17

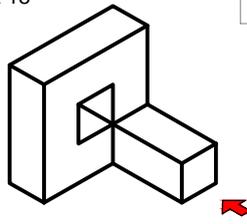


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 18

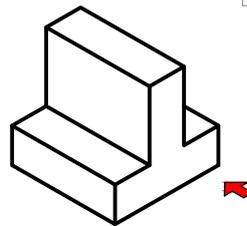


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 19

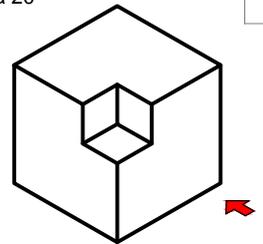


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 20

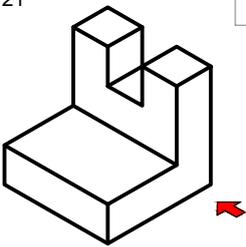


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 21

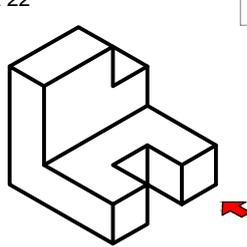


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 22

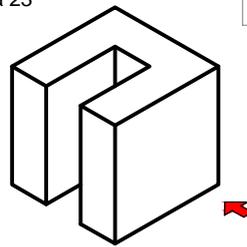


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 23

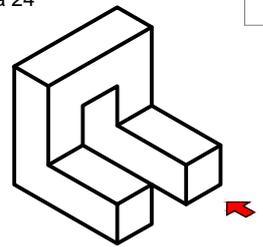


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 24



Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Grupo:

Fecha:

Nombre:

ASIGNATURA:



* Directorio de Figuras a realizar en el Nivel B de la Práctica 1.2. Marca con una X las figuras que vayas resolviendo.

CURSO -

PRÁCTICA 1.2.b

Figura 01

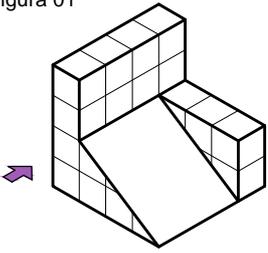


Figura 02

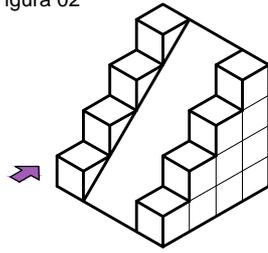


Figura 03

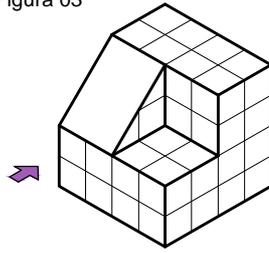


Figura 04

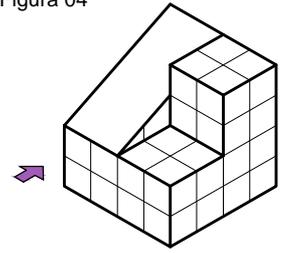


Figura 05

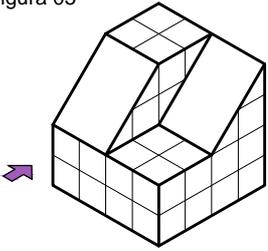


Figura 06

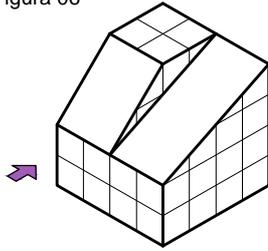


Figura 07

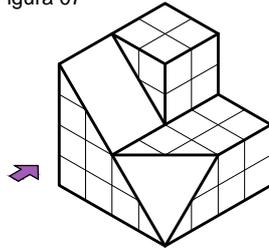


Figura 08

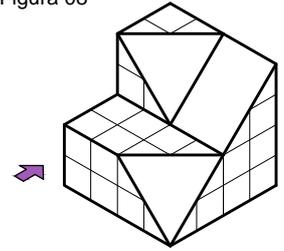


Figura 09

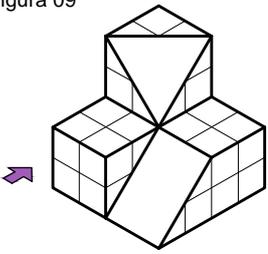


Figura 10

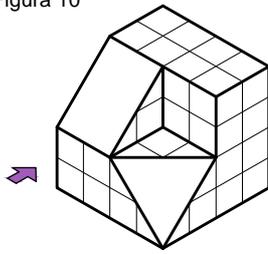


Figura 11

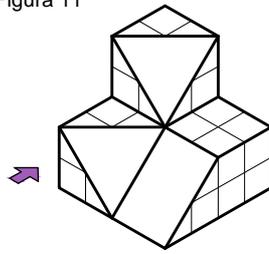


Figura 12

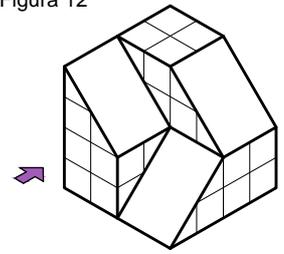


Figura 13

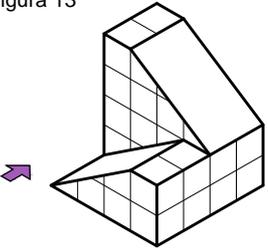


Figura 14

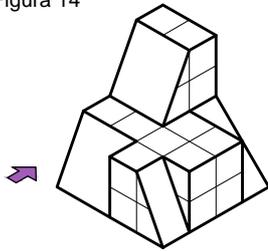


Figura 15

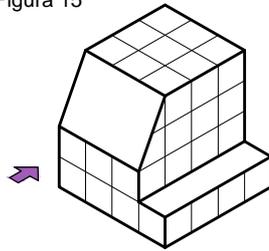


Figura 16

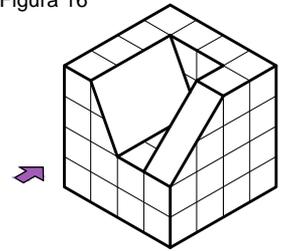


Figura 17

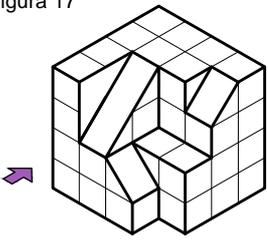


Figura 18

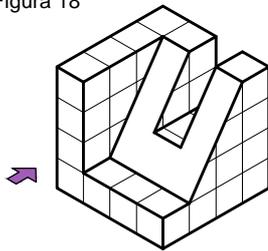


Figura 19

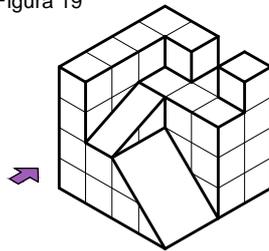


Figura 20

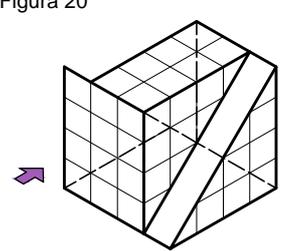


Figura 21

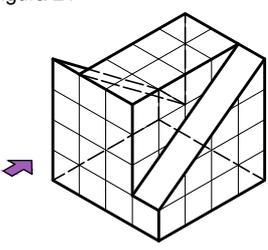


Figura 22

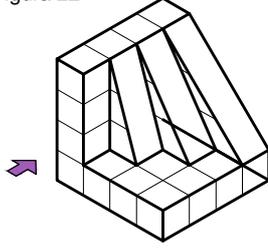


Figura 23

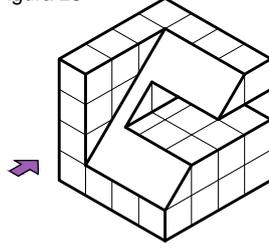
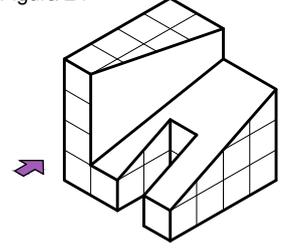


Figura 24



Grupo:

Fecha:

Nombre:

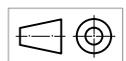
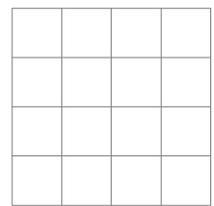
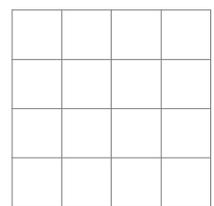
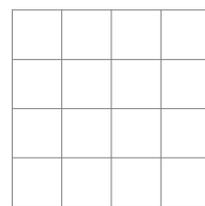
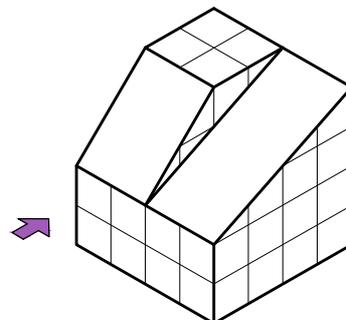
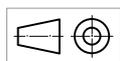
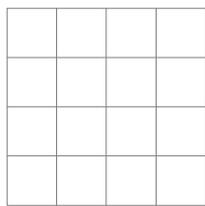
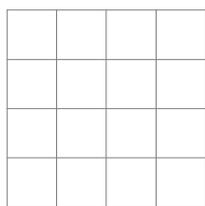
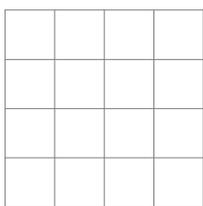
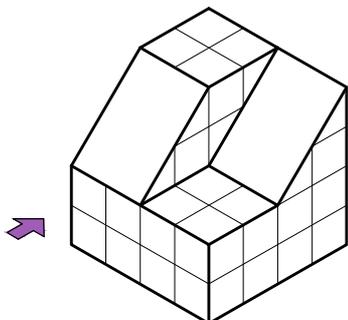
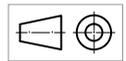
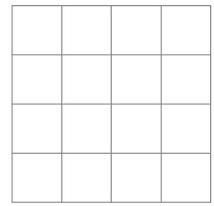
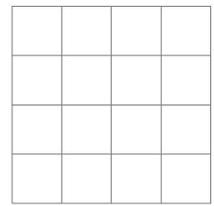
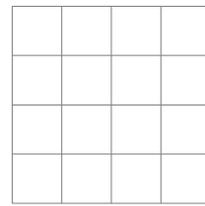
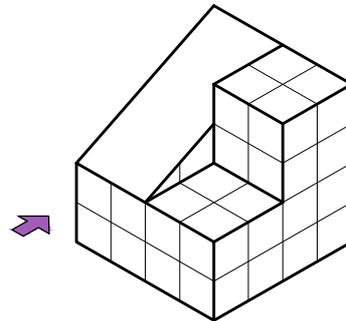
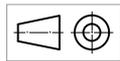
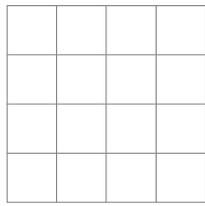
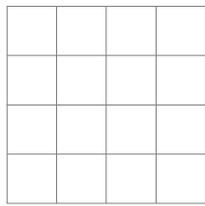
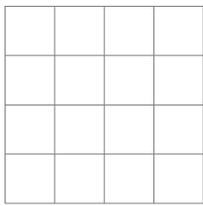
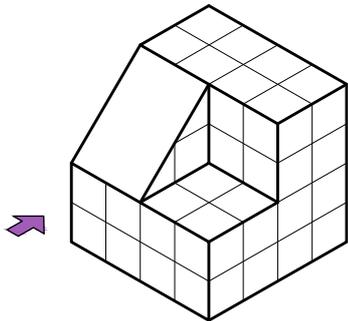
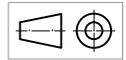
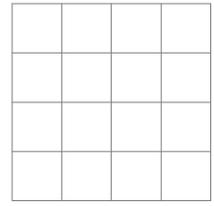
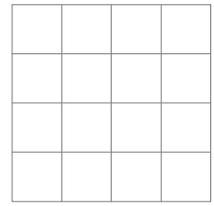
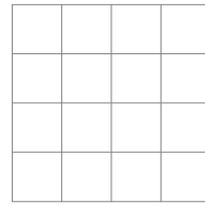
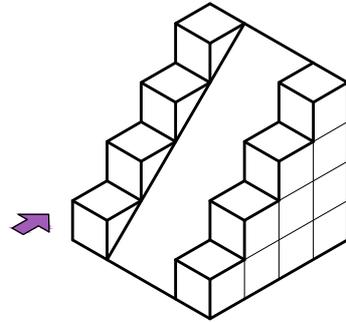
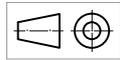
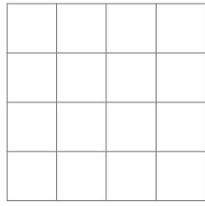
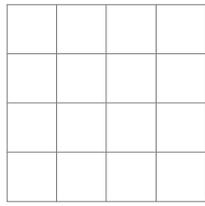
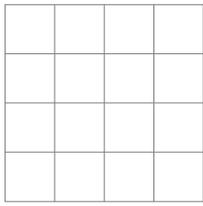
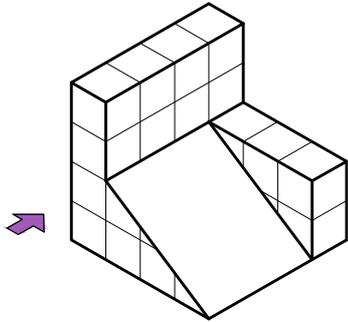
ASIGNATURA:



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA Nº



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

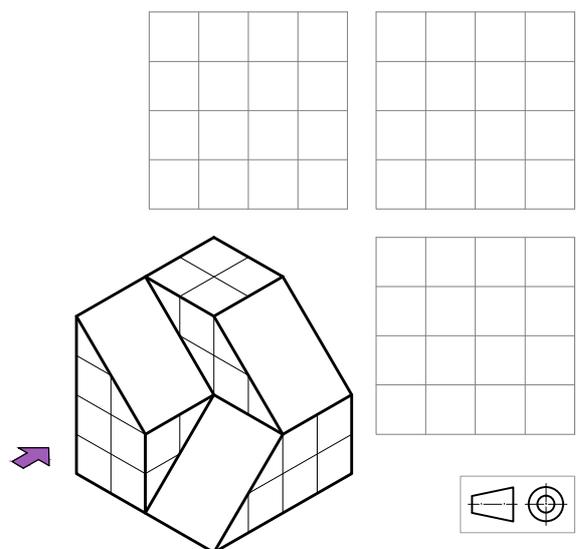
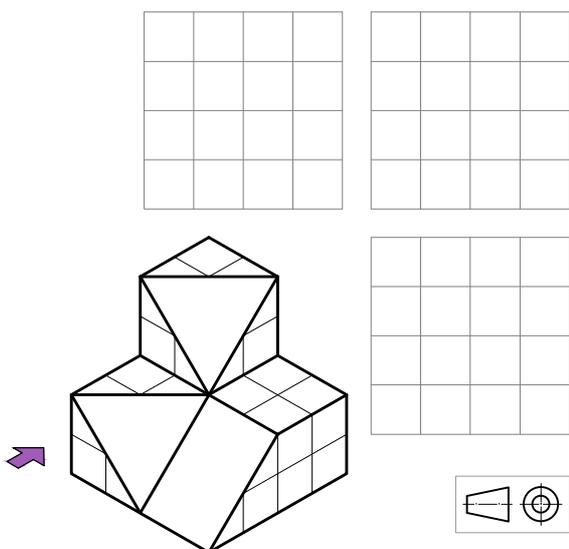
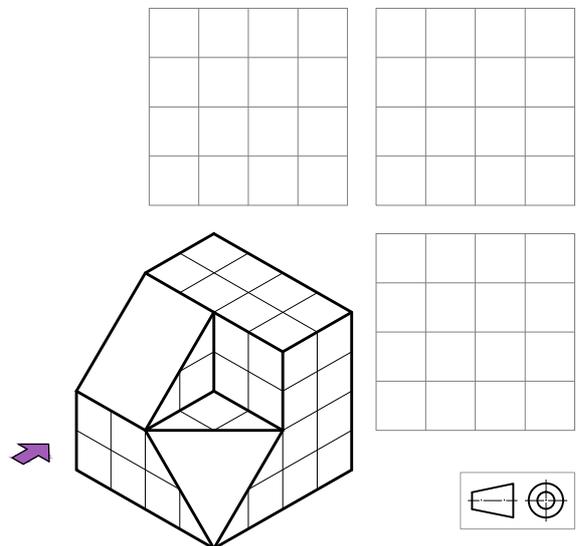
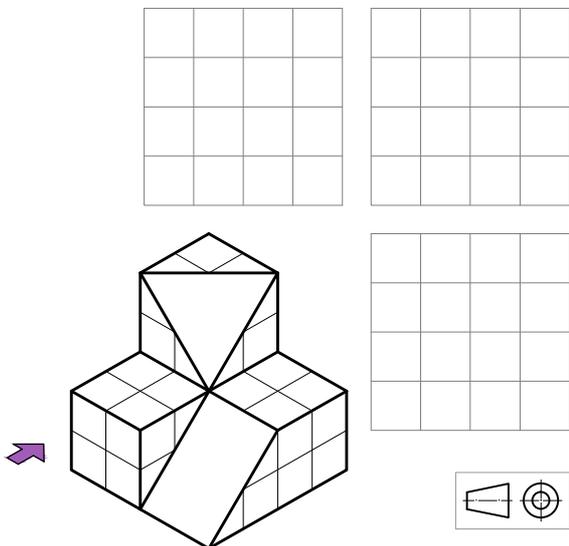
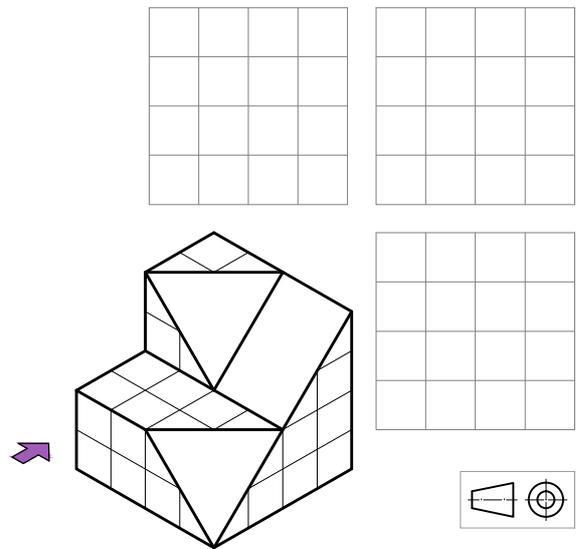
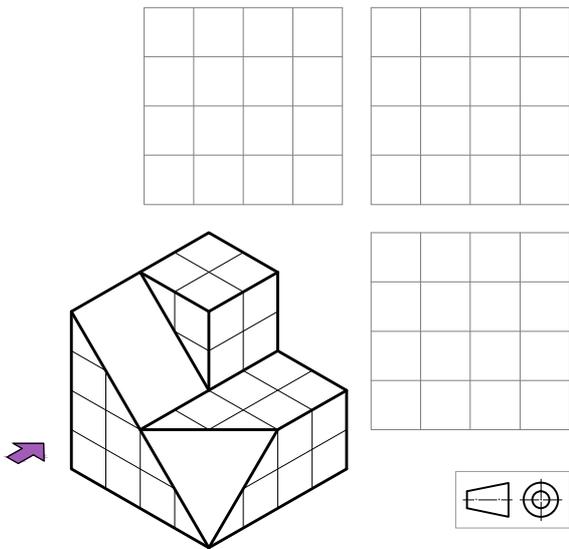
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA Nº



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

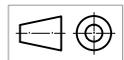
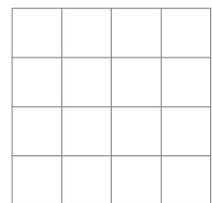
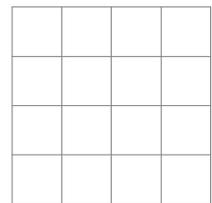
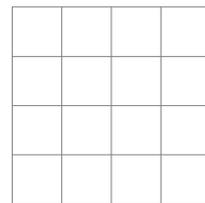
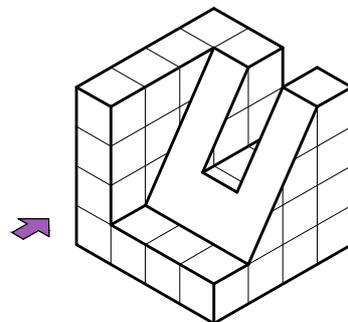
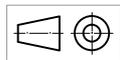
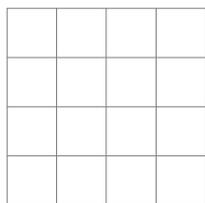
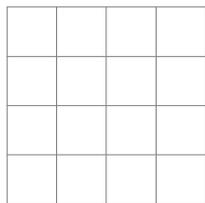
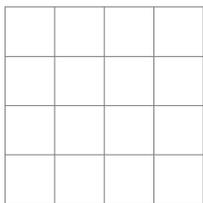
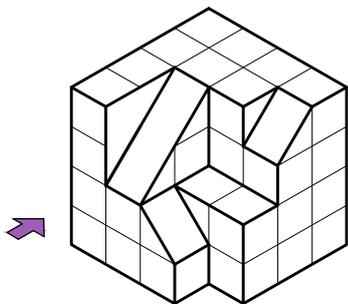
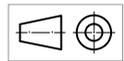
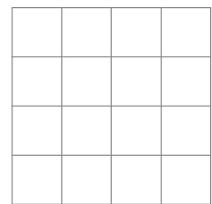
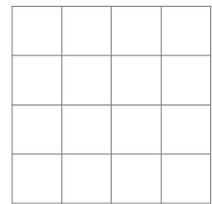
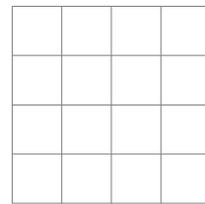
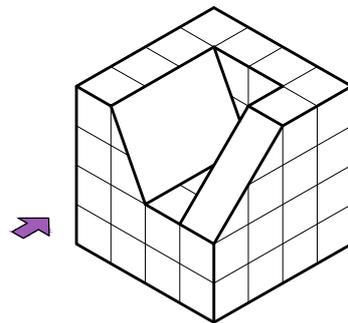
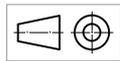
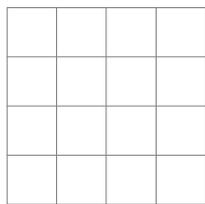
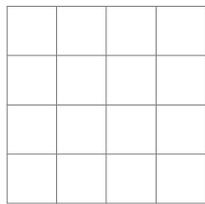
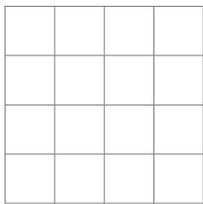
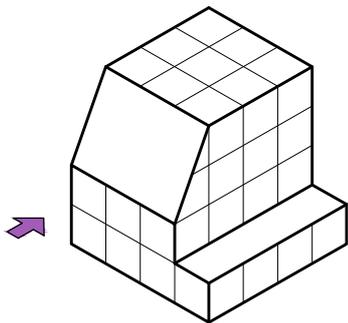
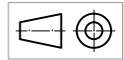
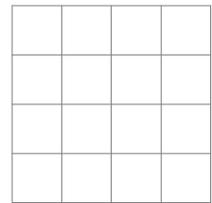
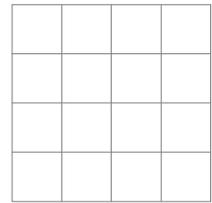
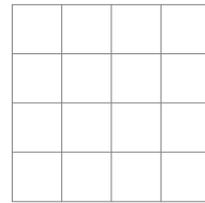
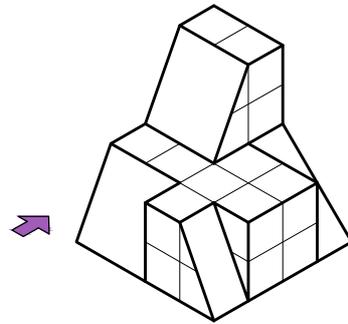
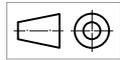
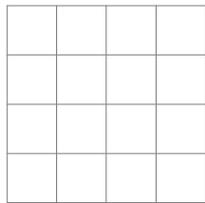
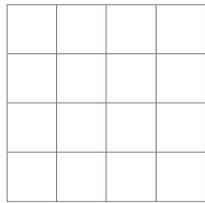
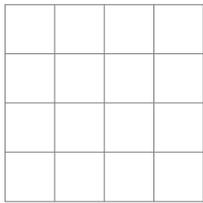
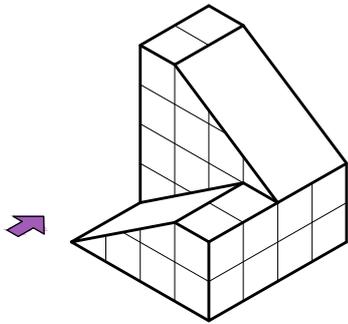
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA Nº



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

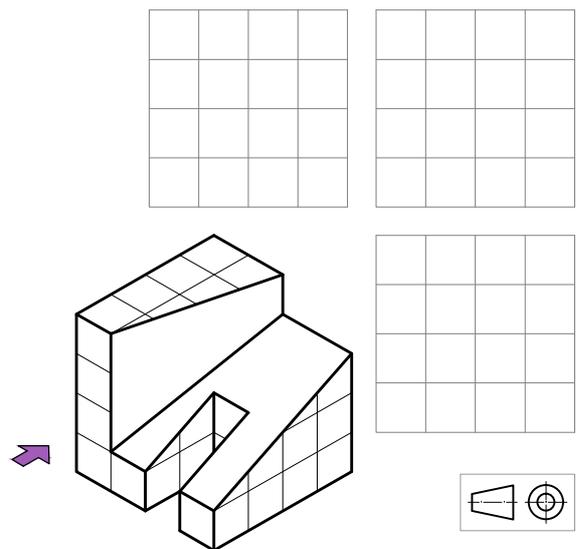
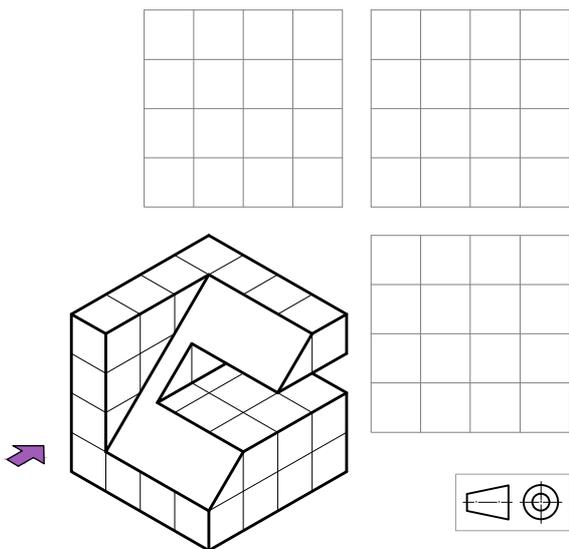
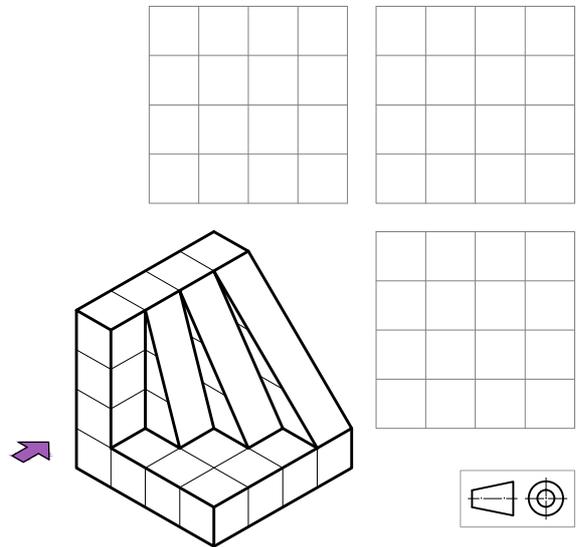
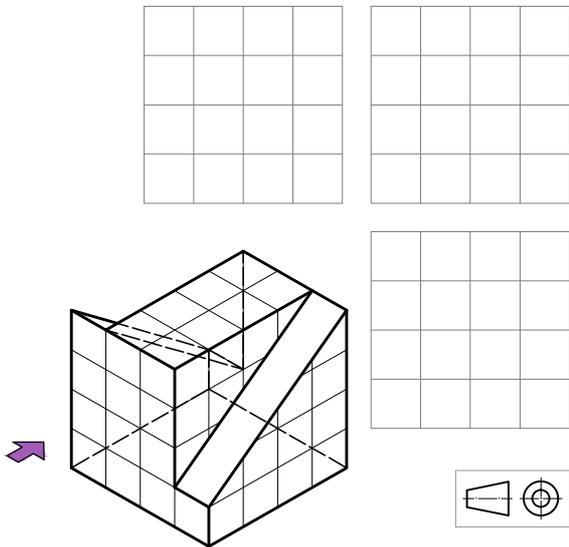
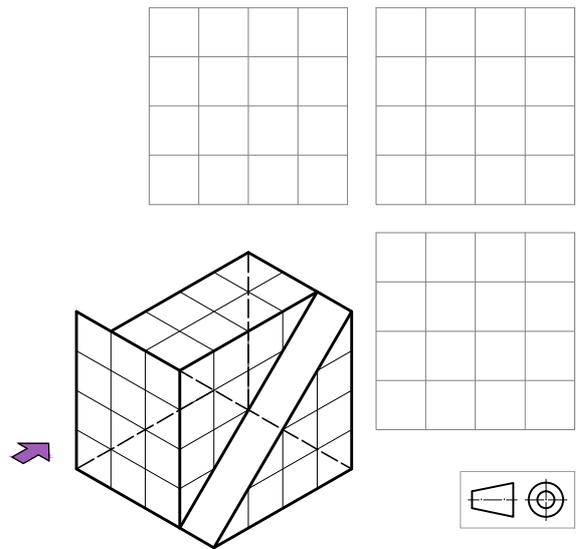
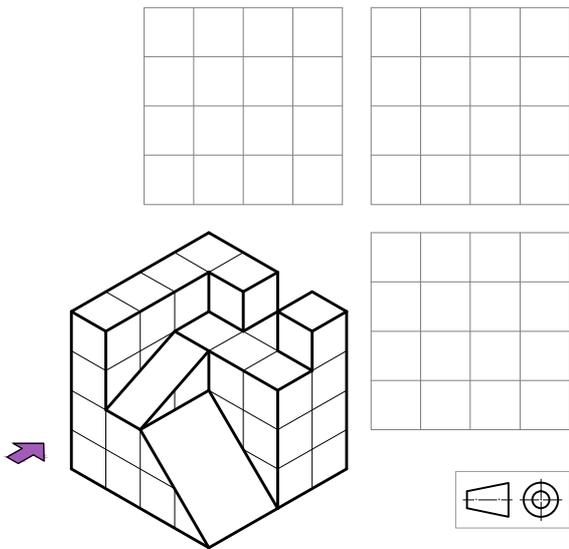
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA Nº



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				

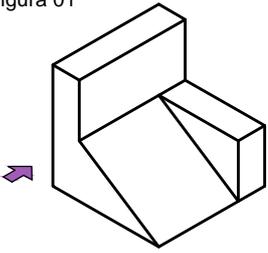


* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas y señala el grado de dificultad que has encontrado en realizar el modelo. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 1.2.b

Figura 01

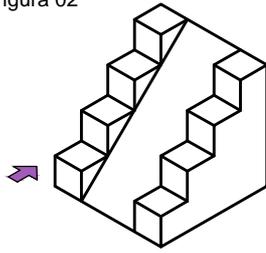


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 02

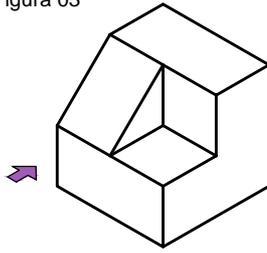


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 03

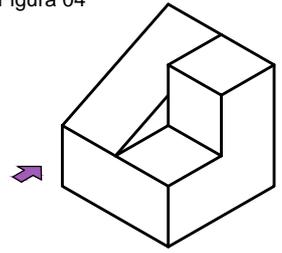


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 04

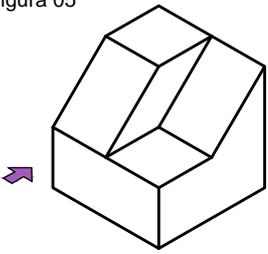


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 05

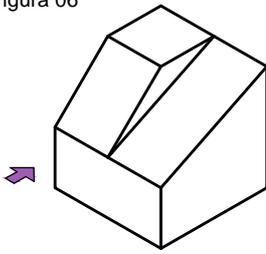


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 06

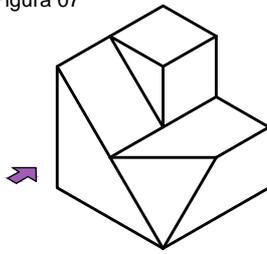


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 07

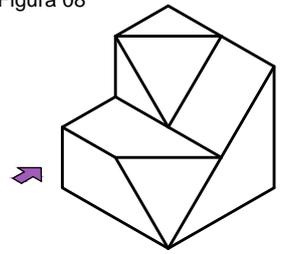


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 08

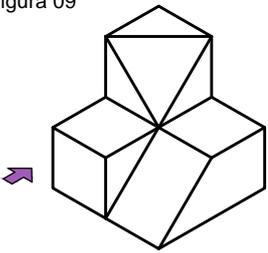


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 09

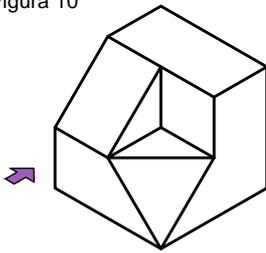


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 10

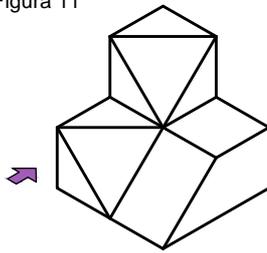


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 11

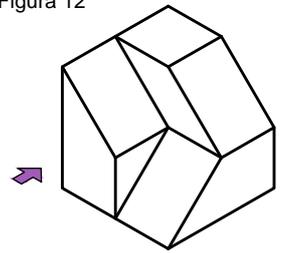


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 12



Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Grupo:

Fecha:

Nombre:

ASIGNATURA:

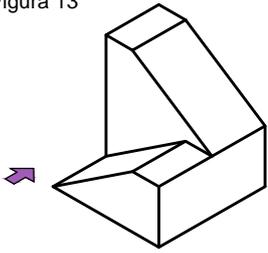


* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas y señala el grado de dificultad que has encontrado en realizar el modelo. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 1.2.b

Figura 13

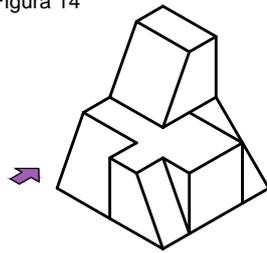


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 14

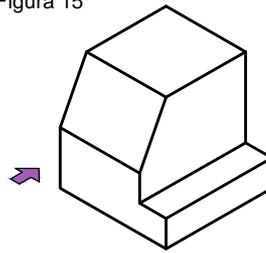


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 15

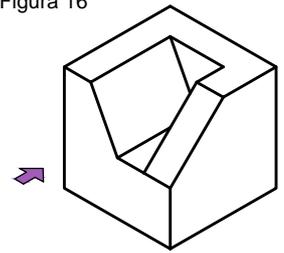


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 16

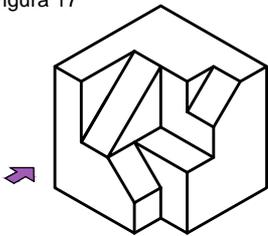


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 17

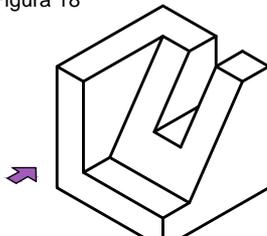


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 18

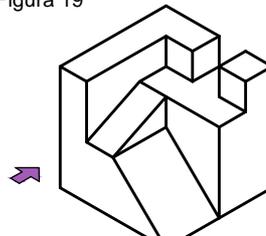


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 19

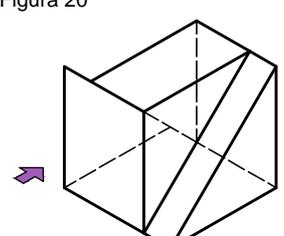


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 20

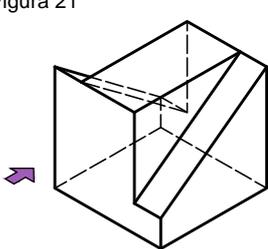


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 21

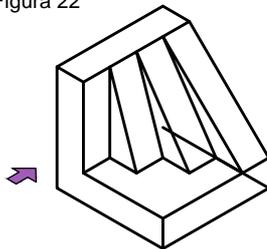


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 22

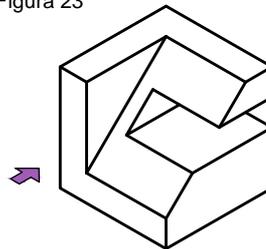


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 23

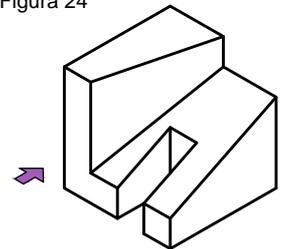


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 24



Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Grupo:

Fecha:

Nombre:

ASIGNATURA:



* Directorio de Figuras a realizar en el Nivel C de la Práctica 1.2. Marca con una X las figuras que vayas resolviendo.

CURSO -

PRÁCTICA 1.2.c

Figura 01

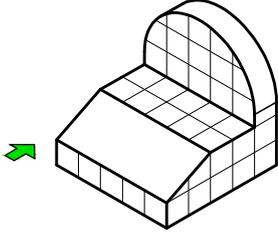


Figura 02

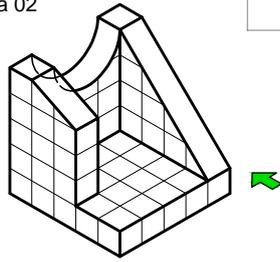


Figura 03

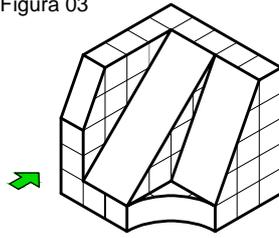


Figura 04

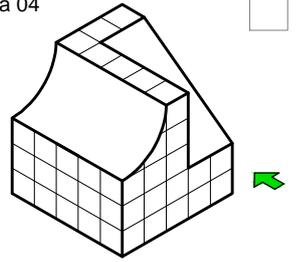


Figura 05

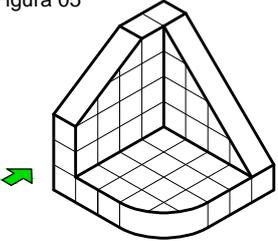


Figura 06

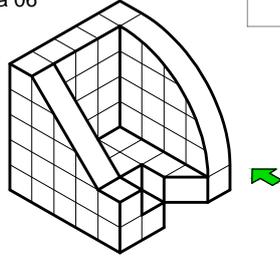


Figura 07

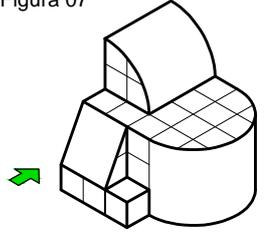


Figura 08

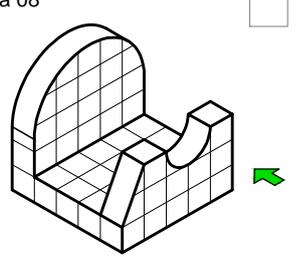


Figura 09

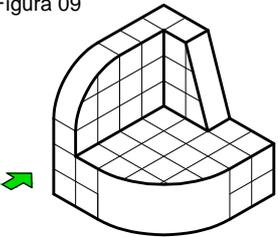


Figura 10

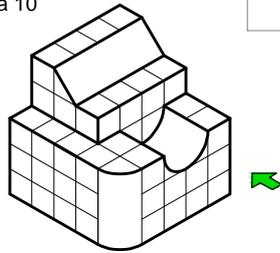


Figura 11

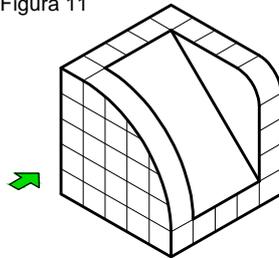


Figura 12

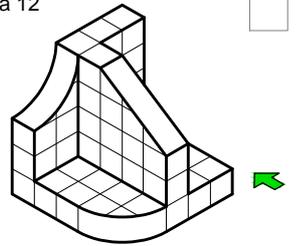


Figura 13

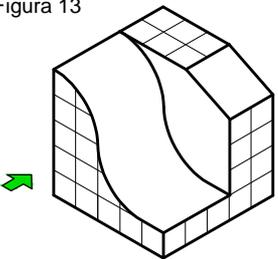


Figura 14

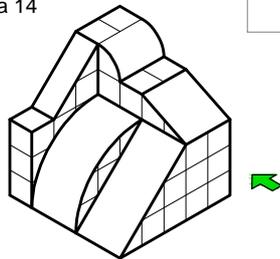


Figura 15

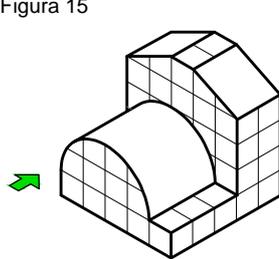


Figura 16

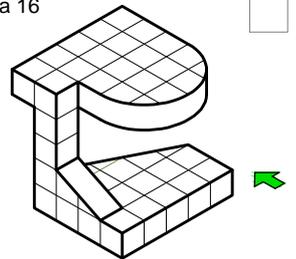


Figura 17

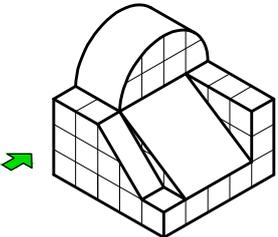


Figura 18

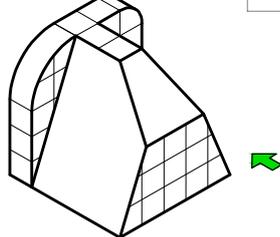


Figura 19

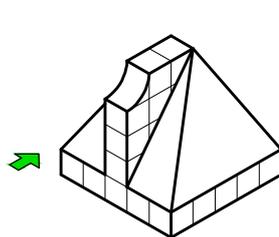


Figura 20

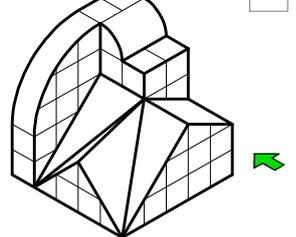


Figura 21

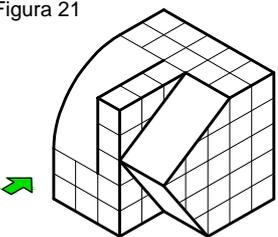


Figura 22

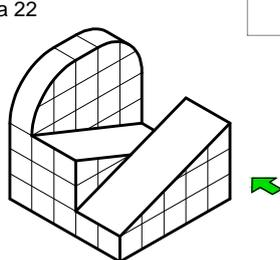


Figura 23

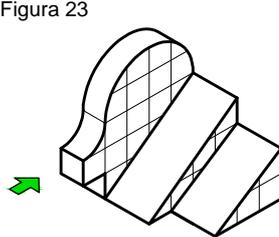
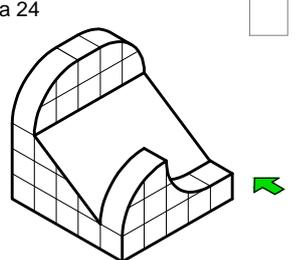


Figura 24



Grupo:

Fecha:

Nombre:

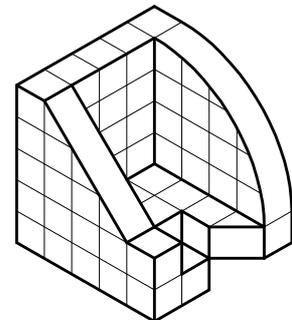
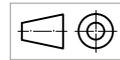
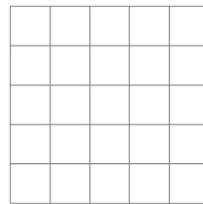
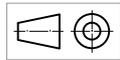
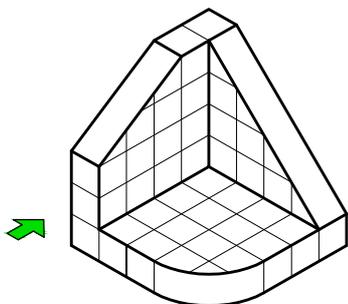
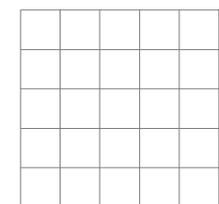
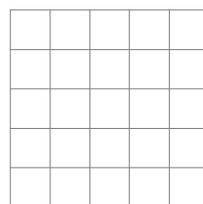
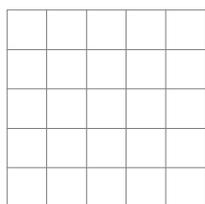
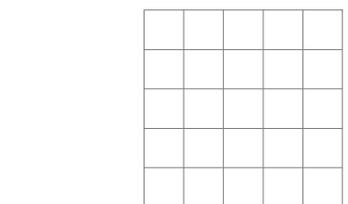
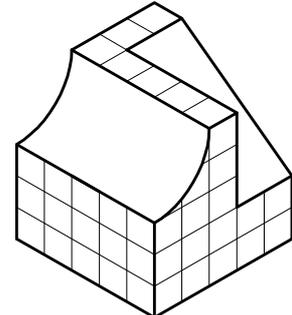
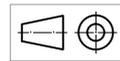
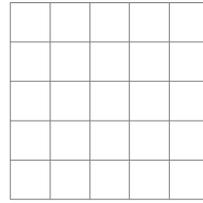
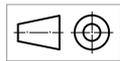
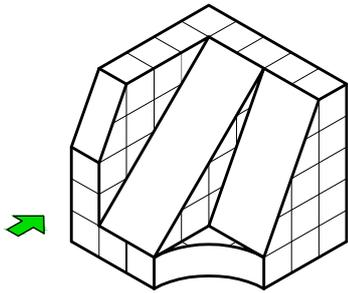
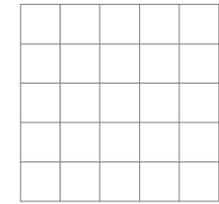
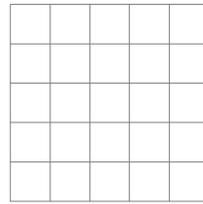
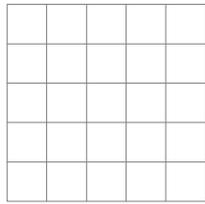
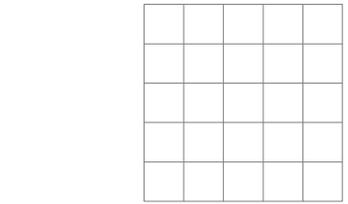
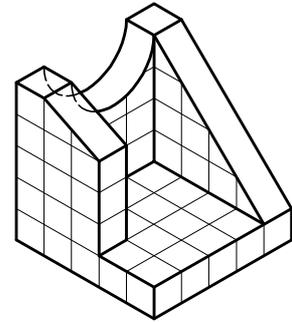
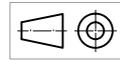
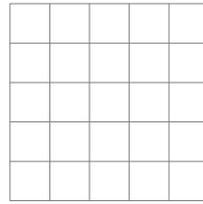
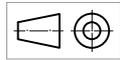
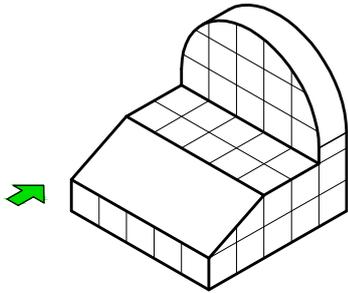
ASIGNATURA:



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

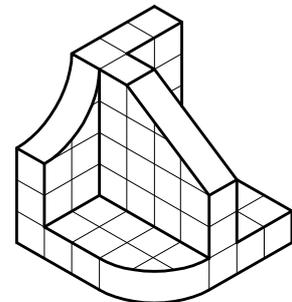
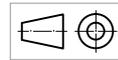
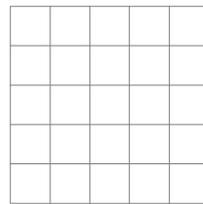
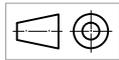
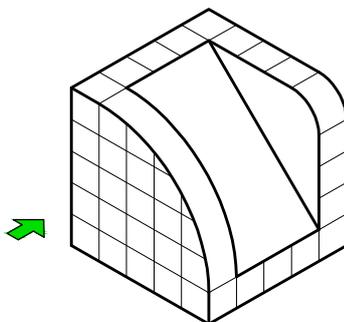
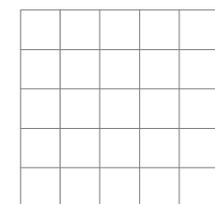
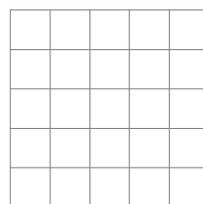
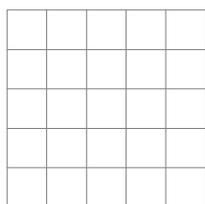
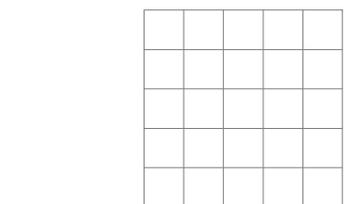
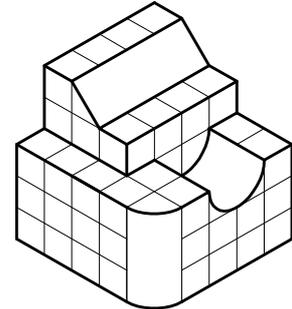
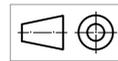
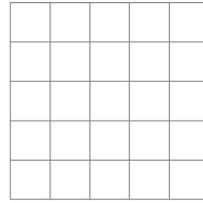
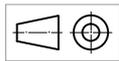
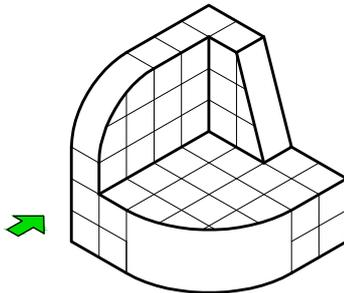
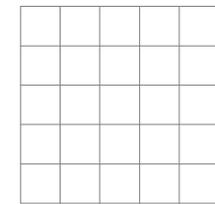
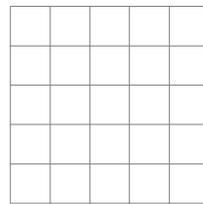
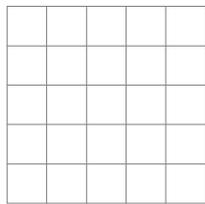
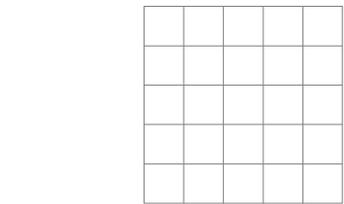
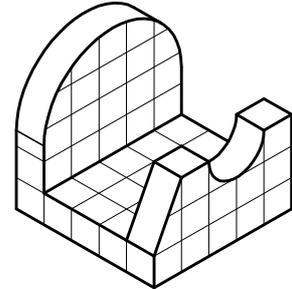
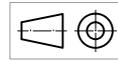
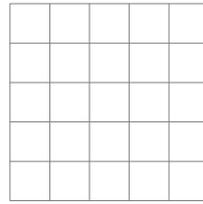
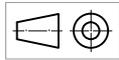
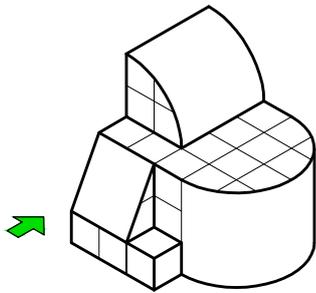
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

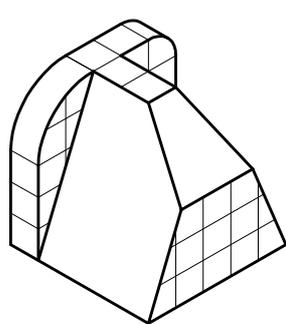
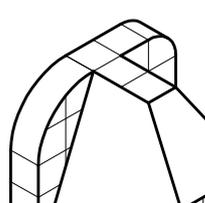
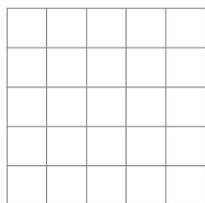
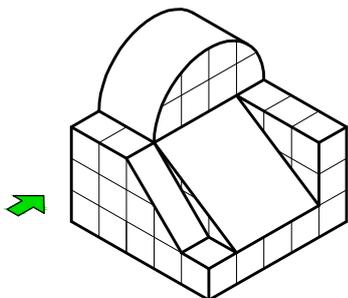
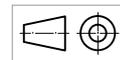
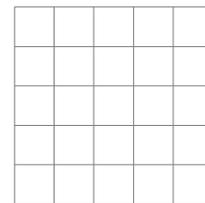
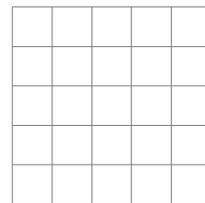
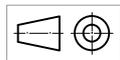
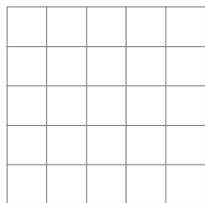
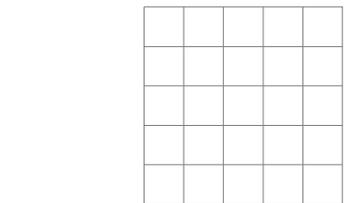
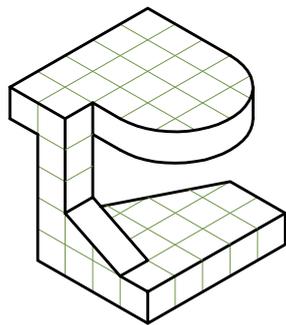
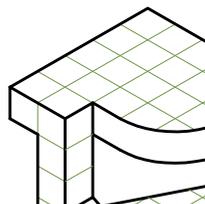
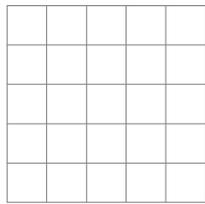
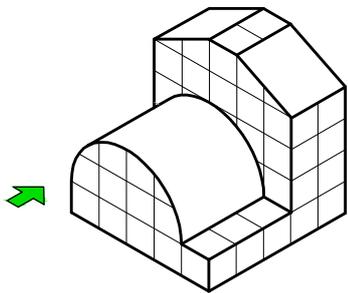
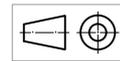
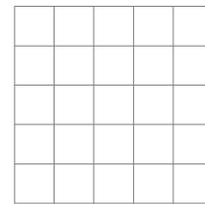
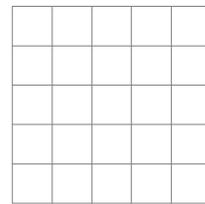
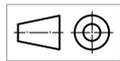
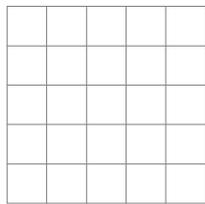
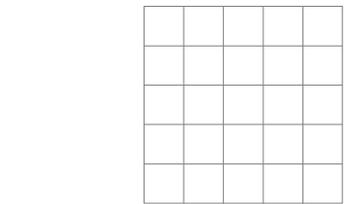
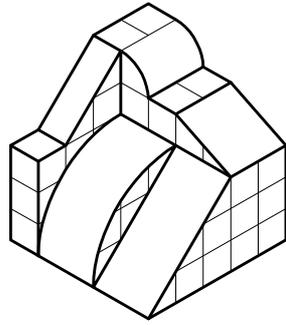
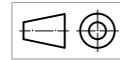
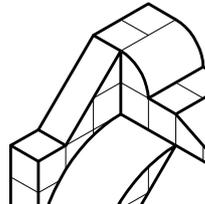
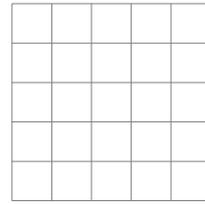
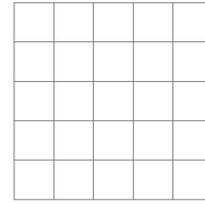
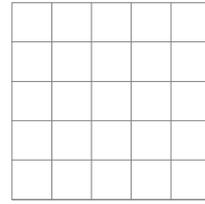
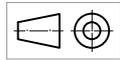
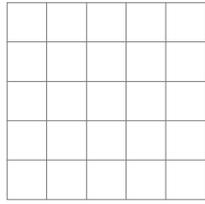
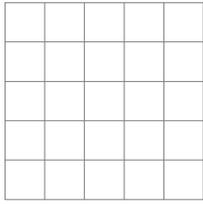
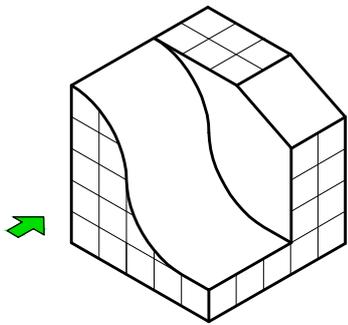
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				

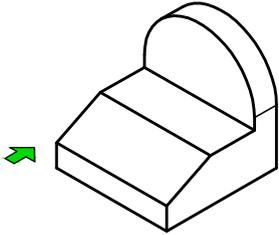


* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas y señala el grado de dificultad que has encontrado en realizar el modelo. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 1.2.c

Figura 01

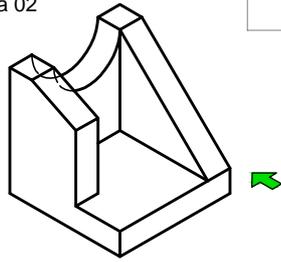


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 02

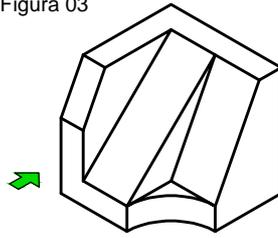


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 03

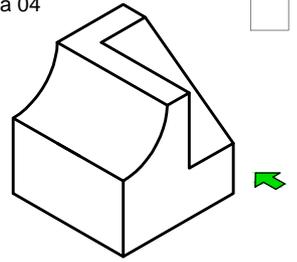


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 04

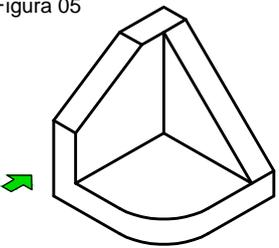


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 05

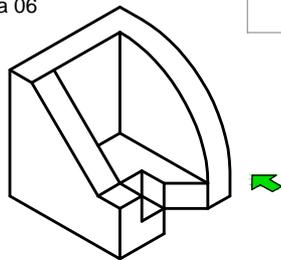


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 06

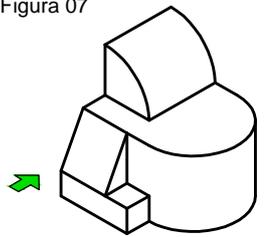


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 07

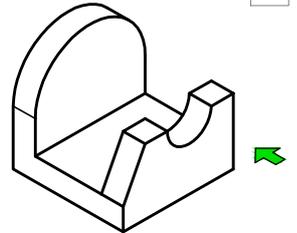


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 08

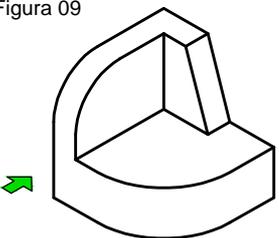


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 09

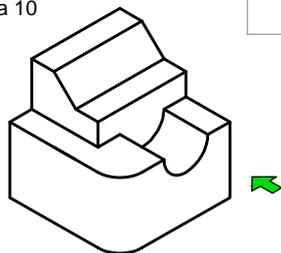


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 10

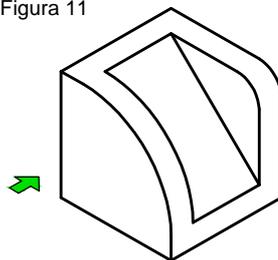


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 11

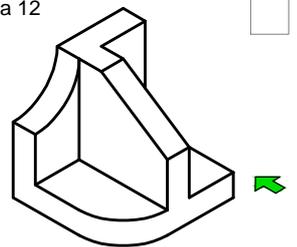


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 12



Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Grupo:

Fecha:

Nombre:

ASIGNATURA:

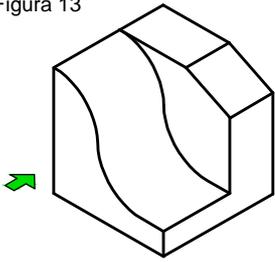


* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas y señala el grado dificultad que has encontrado en realizar el modelo. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 1.2.c

Figura 13

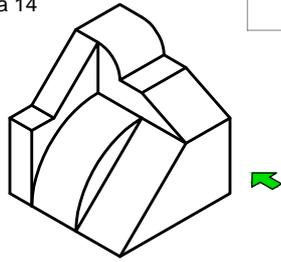


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 14

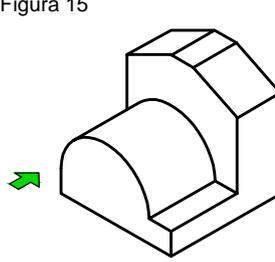


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 15

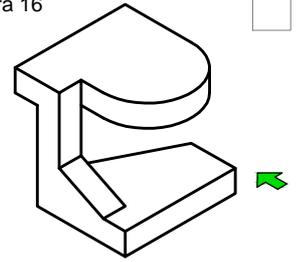


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 16

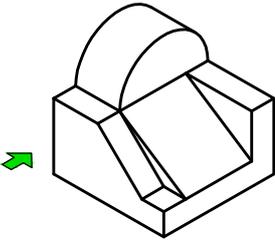


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 17

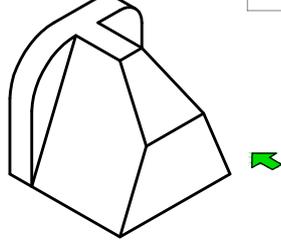


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 18

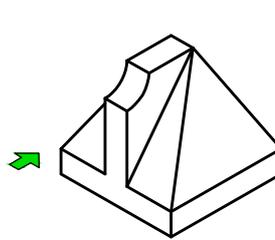


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 19

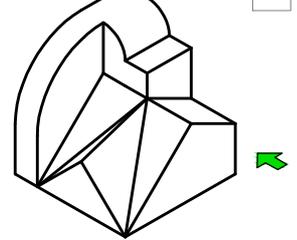


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 20

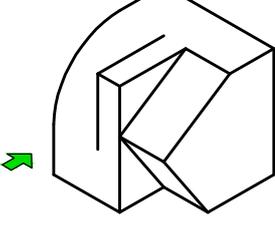


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 21

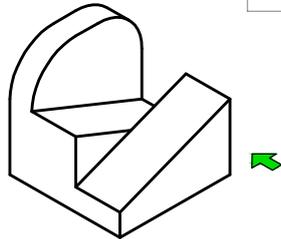


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 22

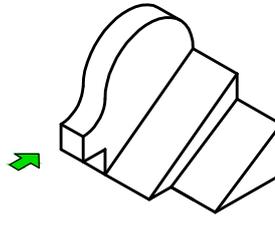


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 23

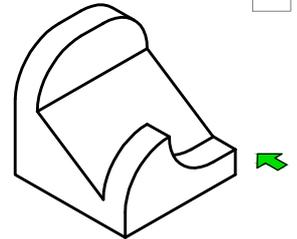


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 24



Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Grupo:

Fecha:

Nombre:

ASIGNATURA:



* Directorio de Figuras a realizar en el Nivel A de la Práctica 2.1. Marca con una X las figuras que vayas resolviendo.

CURSO -

PRÁCTICA 2.1.a

Figura 01

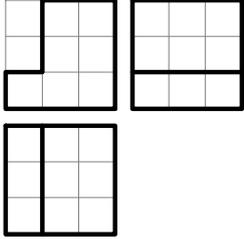


Figura 02

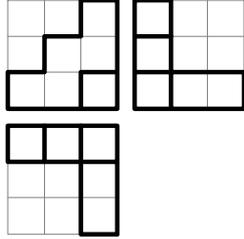


Figura 03

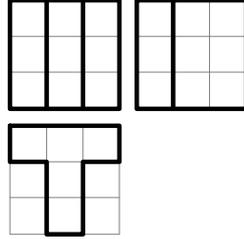


Figura 04

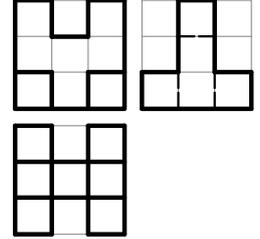


Figura 05

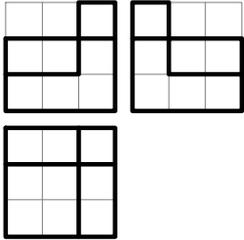


Figura 06

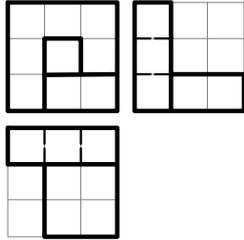


Figura 07

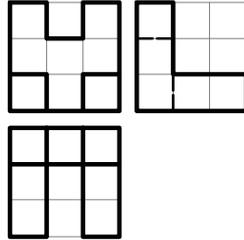


Figura 08

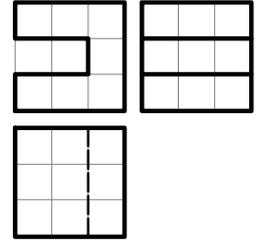


Figura 09

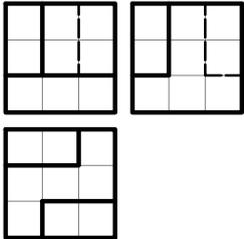


Figura 10

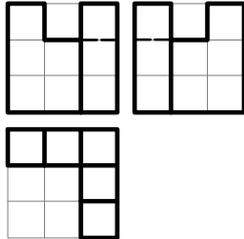


Figura 11

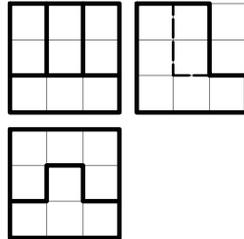


Figura 12

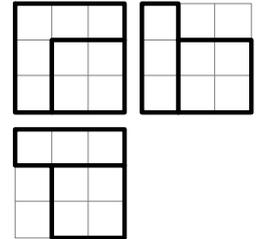


Figura 13

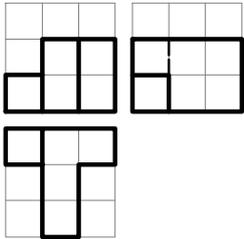


Figura 14

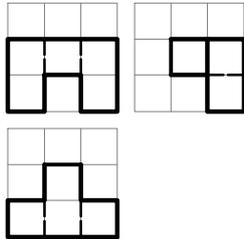


Figura 15

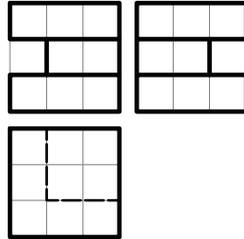


Figura 16

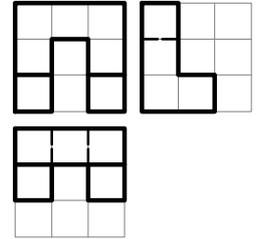


Figura 17

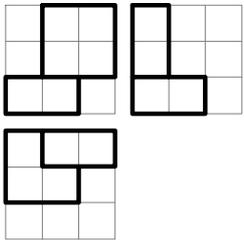


Figura 18

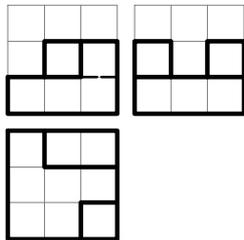


Figura 19

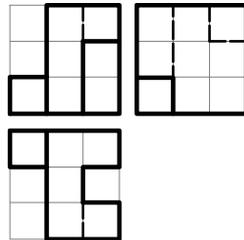


Figura 20

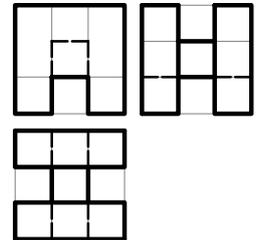


Figura 21

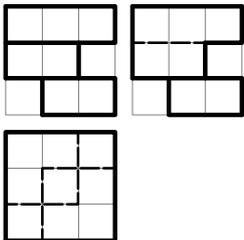


Figura 22

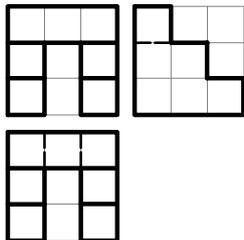


Figura 23

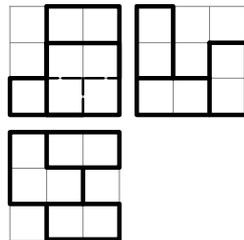
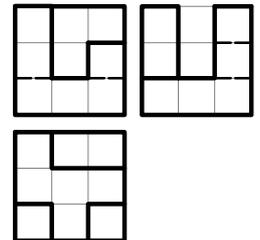


Figura 24



Grupo:

Fecha:

Nombre:

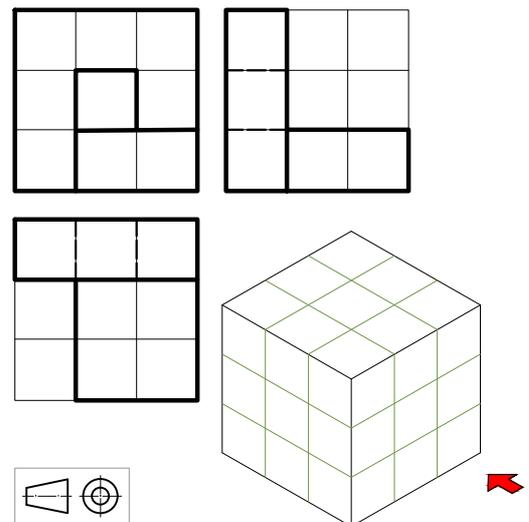
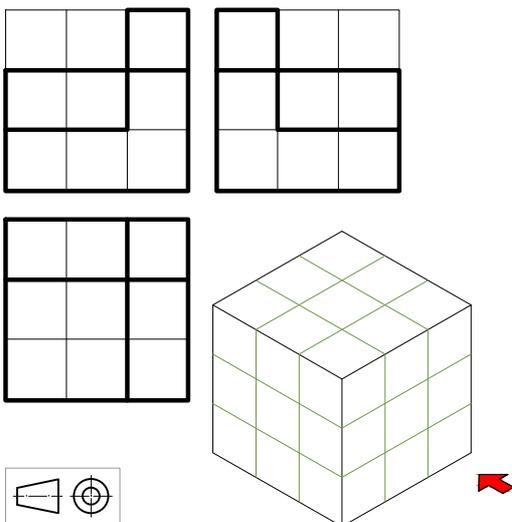
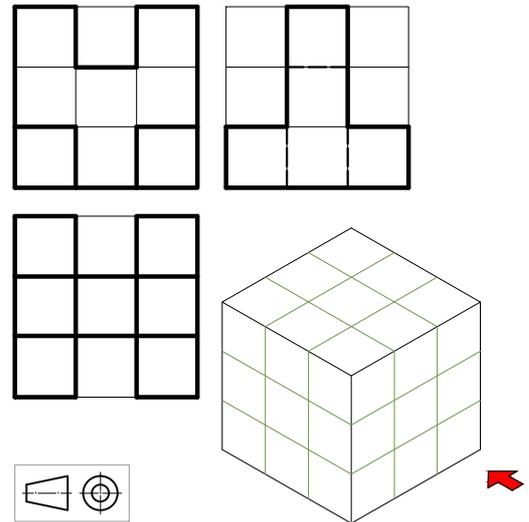
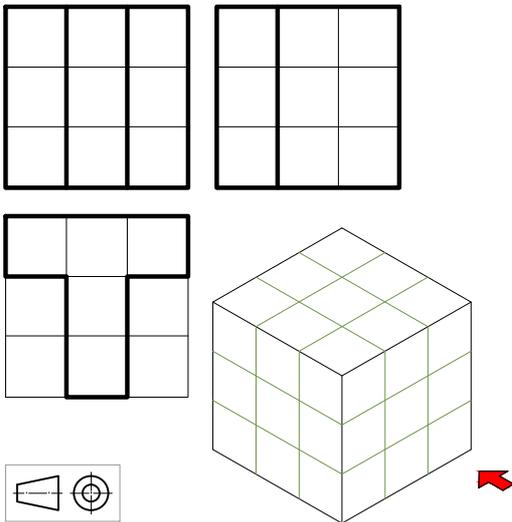
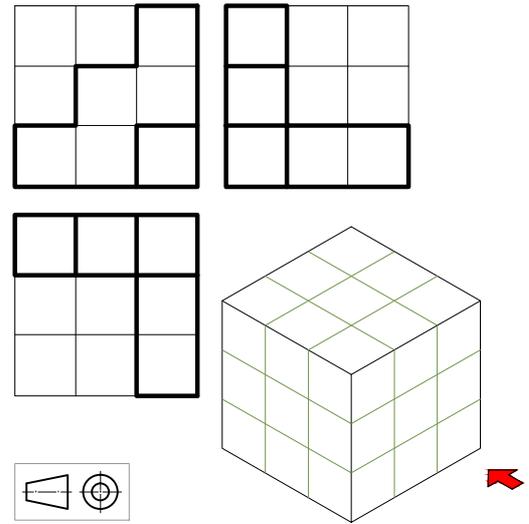
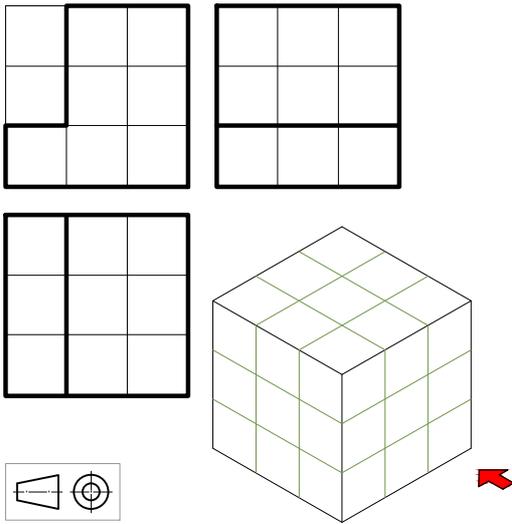
ASIGNATURA:



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

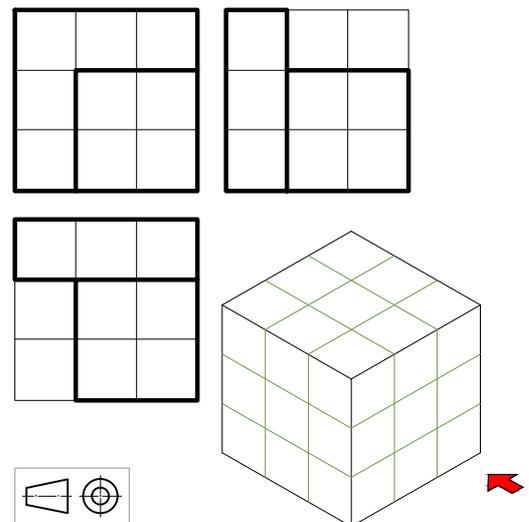
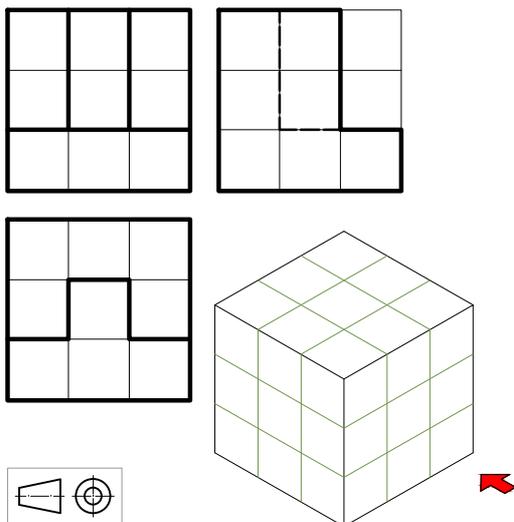
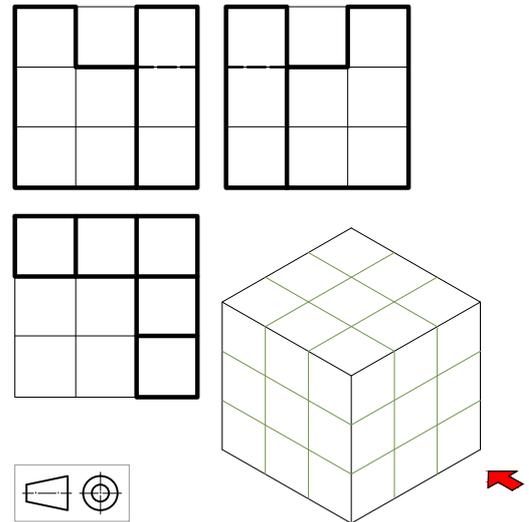
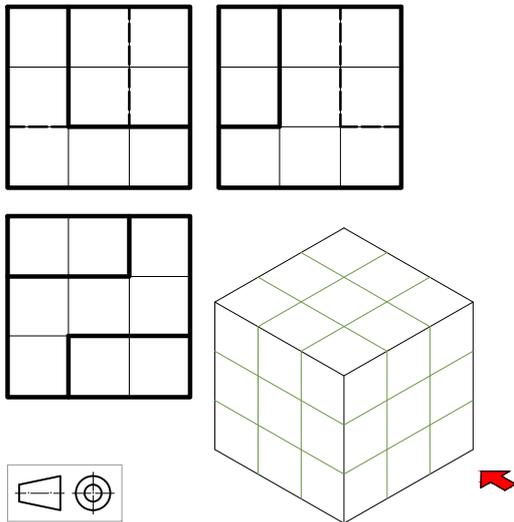
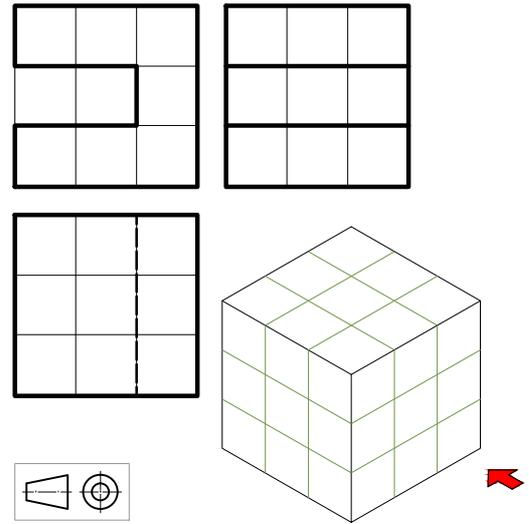
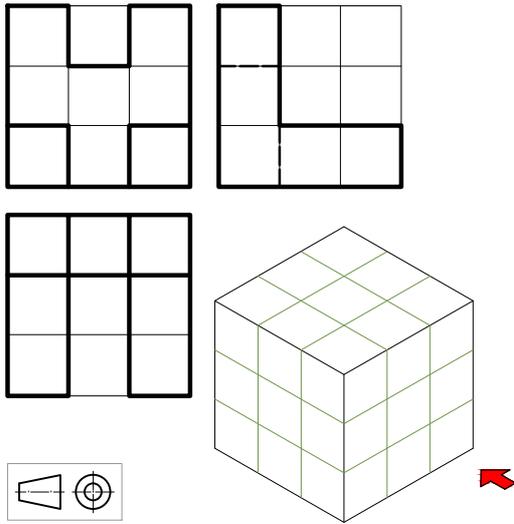
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

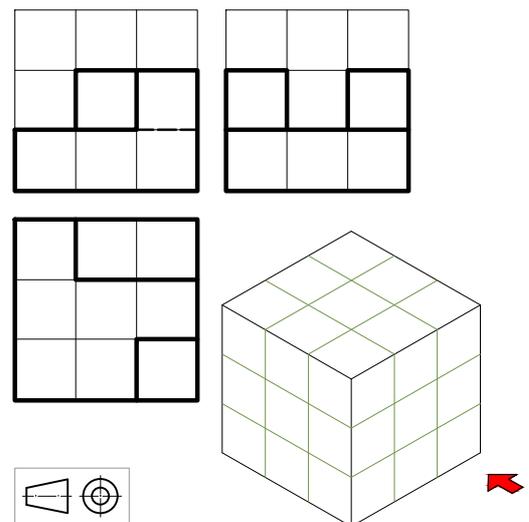
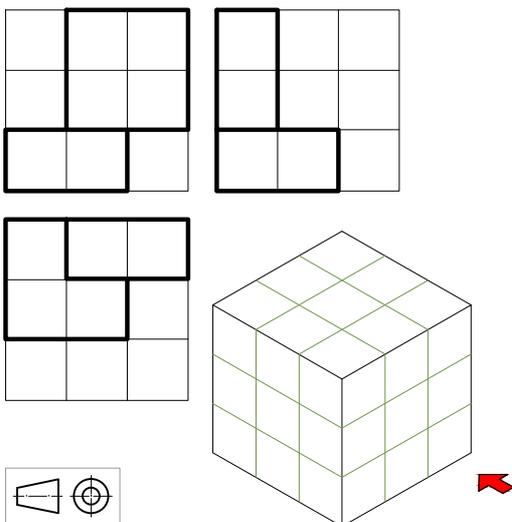
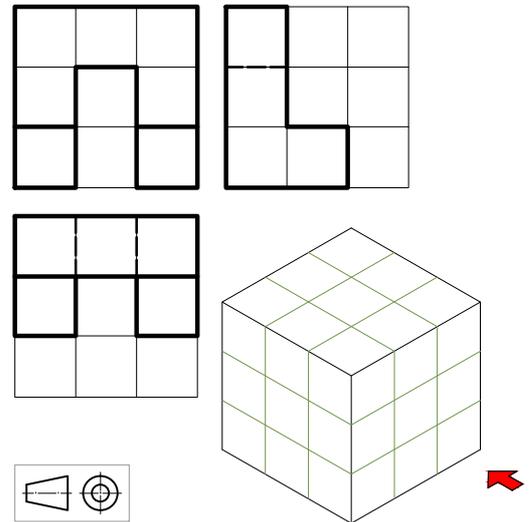
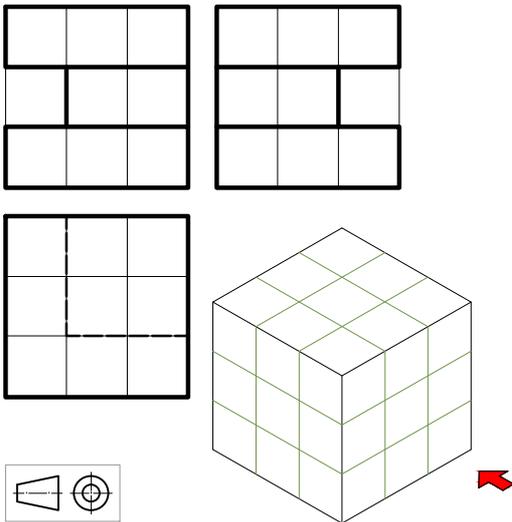
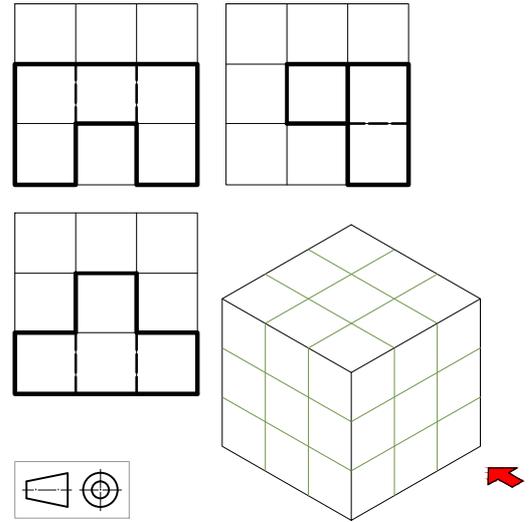
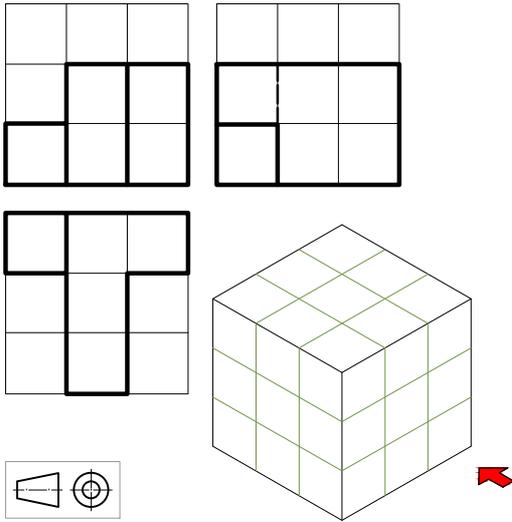
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

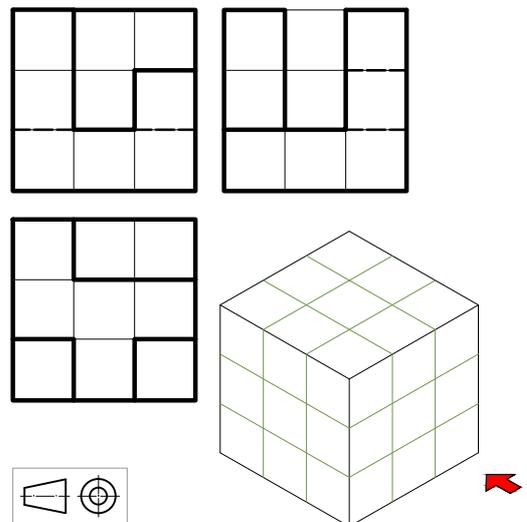
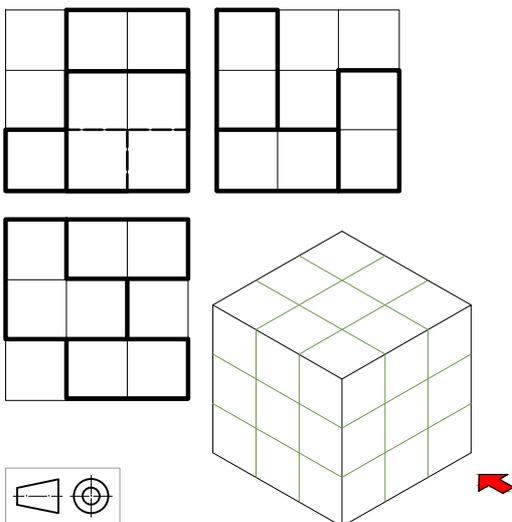
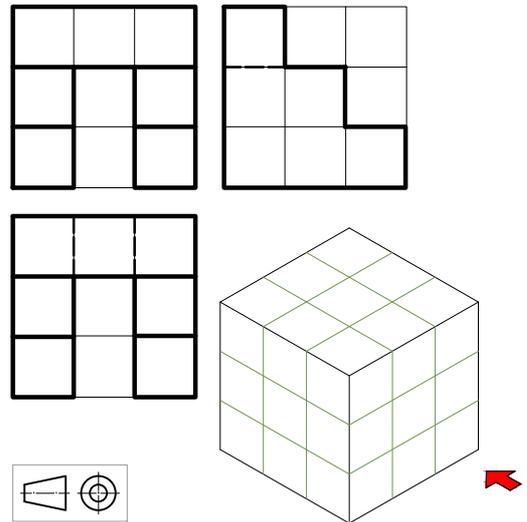
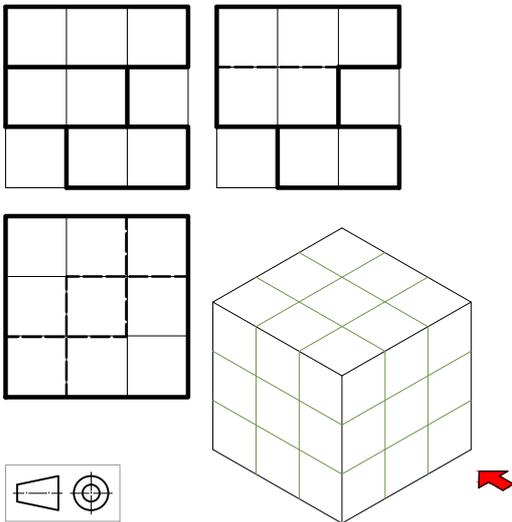
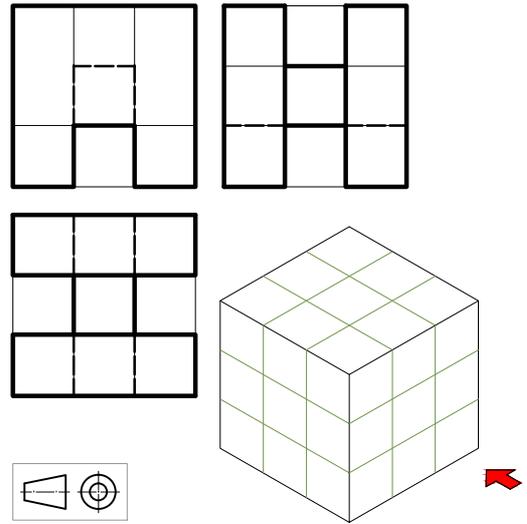
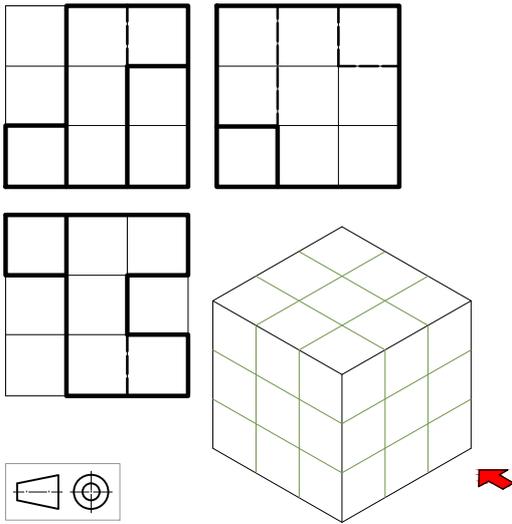
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				

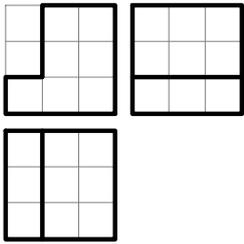


* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas y señala el grado de dificultad que has encontrado en realizar el modelo. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 2.1.a

Figura 01

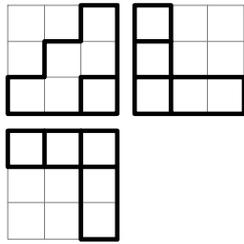


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 02

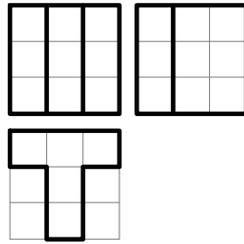


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 03

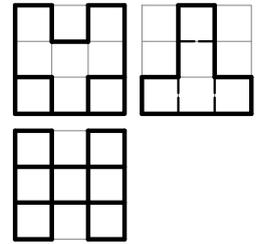


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 04

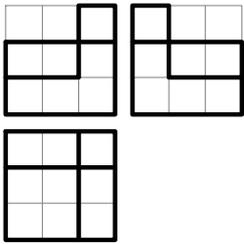


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 05

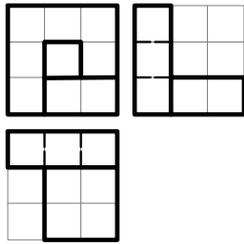


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 06

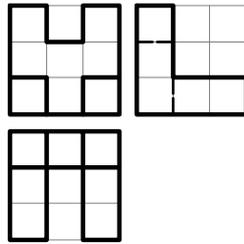


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 07

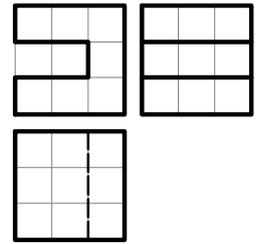


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 08

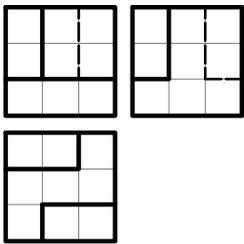


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 09

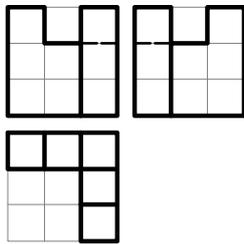


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 10

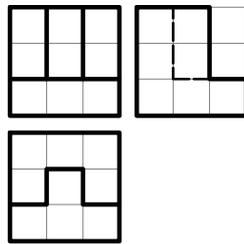


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 11

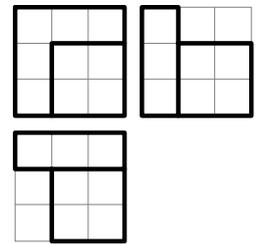


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 12



Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Grupo:

Fecha:

Nombre:

ASIGNATURA:

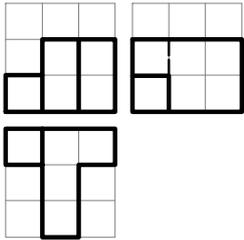


* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas y señala el grado de dificultad que has encontrado en realizar el modelo. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 2.1.a

Figura 13

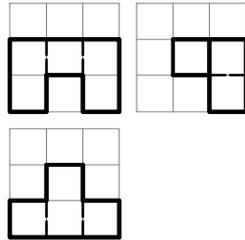


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 14

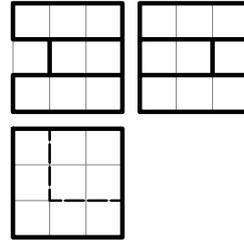


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 15

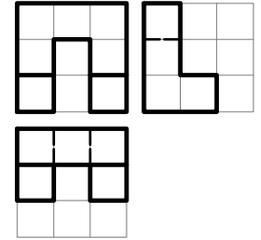


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 16

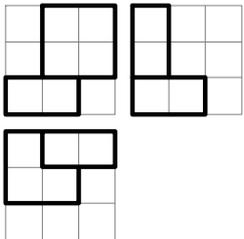


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 17

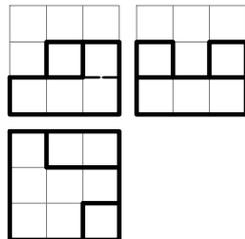


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 18

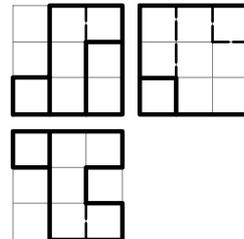


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 19

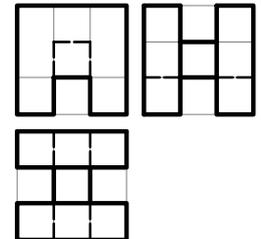


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 20

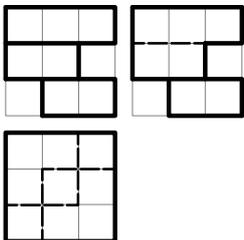


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 21

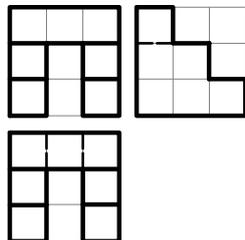


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 22

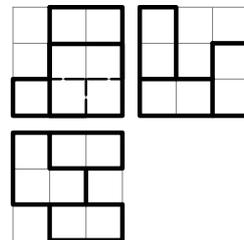


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 23

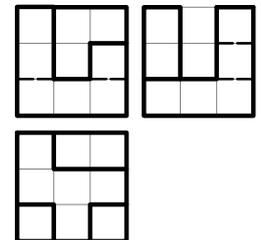


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 24



Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Grupo:

Fecha:

Nombre:

ASIGNATURA:



* Directorio de Figuras a realizar en el Nivel B de la Práctica 2.1. Marca con una X las figuras que vayas resolviendo.

CURSO -

PRÁCTICA 2.1.b

Figura 01

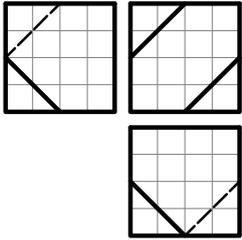


Figura 02

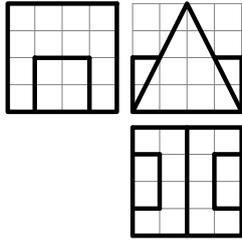


Figura 03

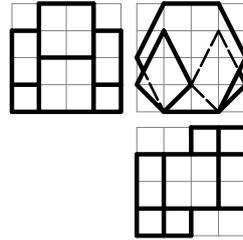


Figura 04

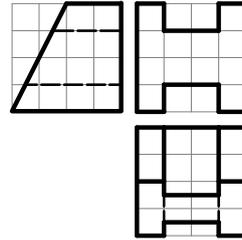


Figura 05

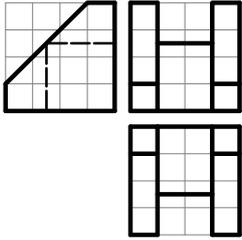


Figura 06

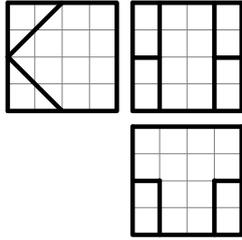


Figura 07

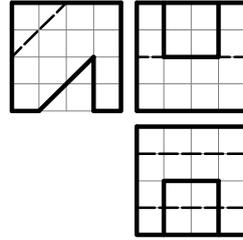


Figura 08

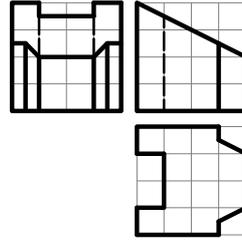


Figura 09

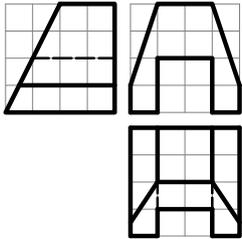


Figura 10

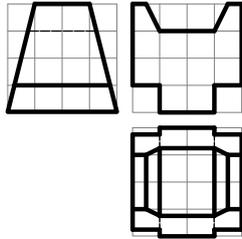


Figura 11

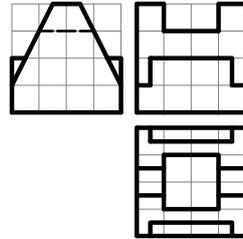


Figura 12

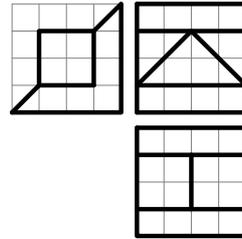


Figura 13

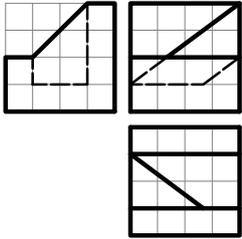


Figura 14

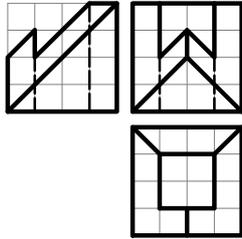


Figura 15

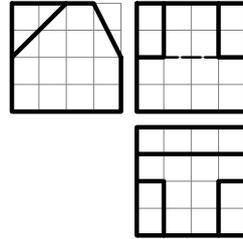


Figura 16

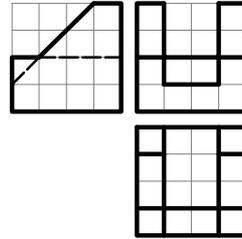


Figura 17

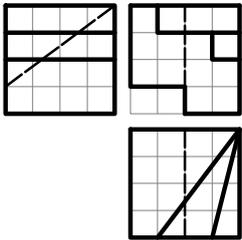


Figura 18

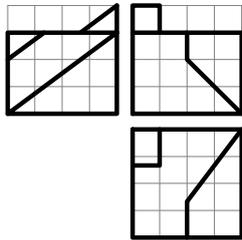


Figura 19

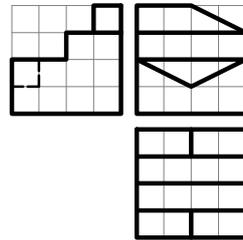


Figura 20

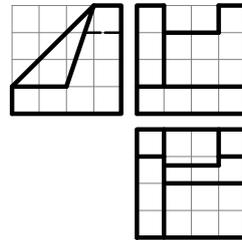


Figura 21

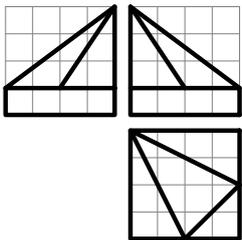


Figura 22

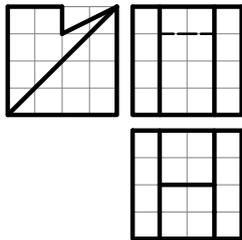


Figura 23

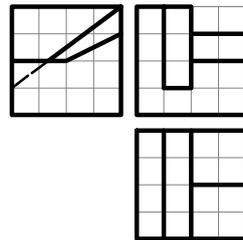
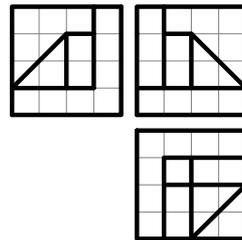


Figura 24



Grupo:

Fecha:

Nombre:

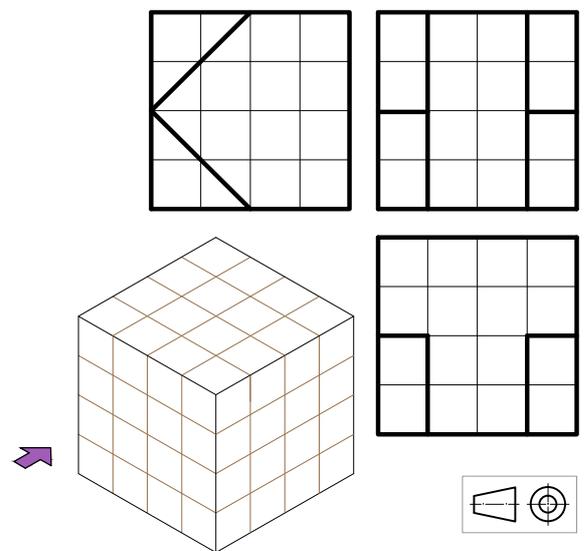
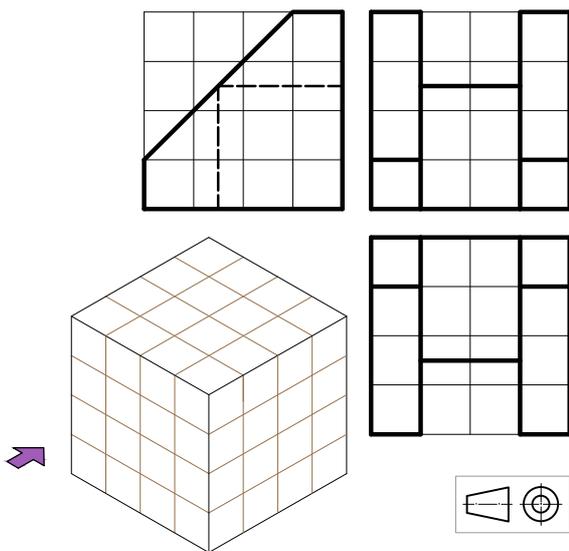
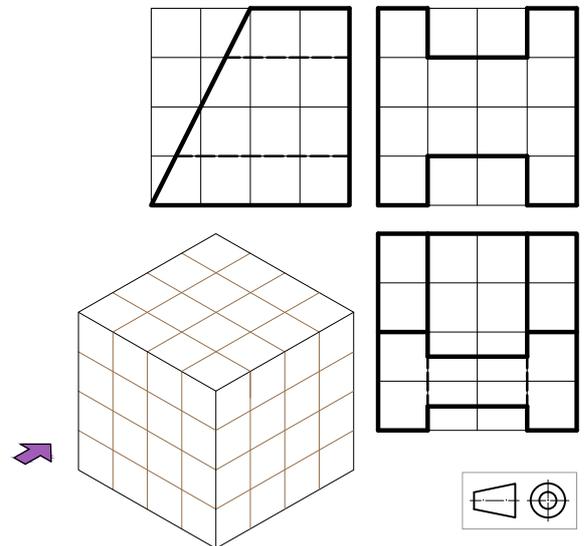
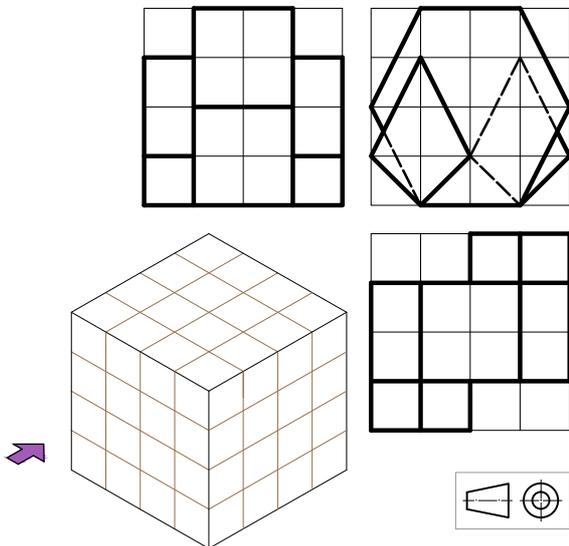
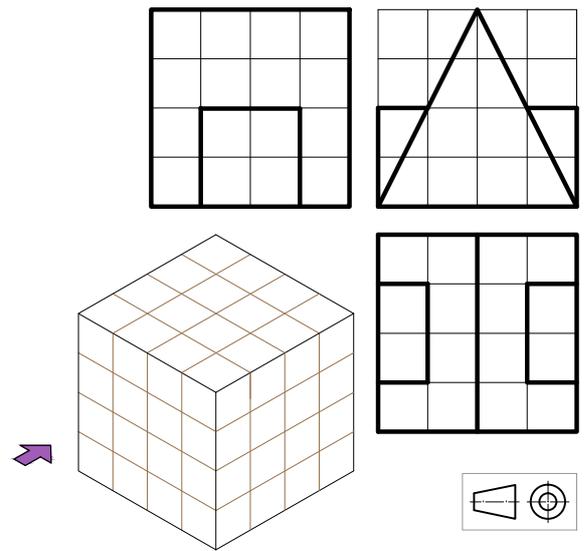
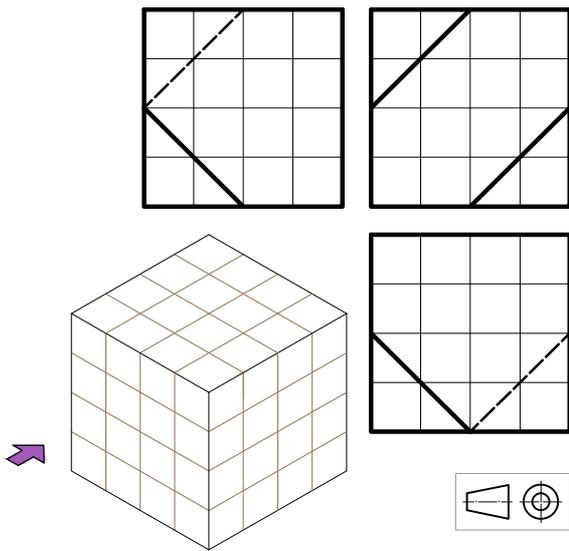
ASIGNATURA:



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

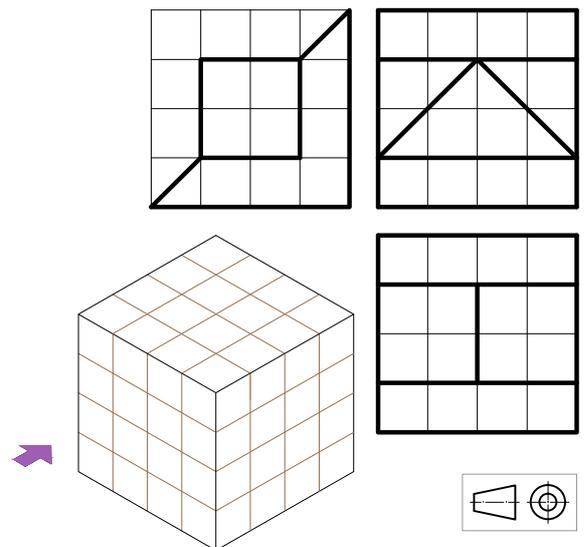
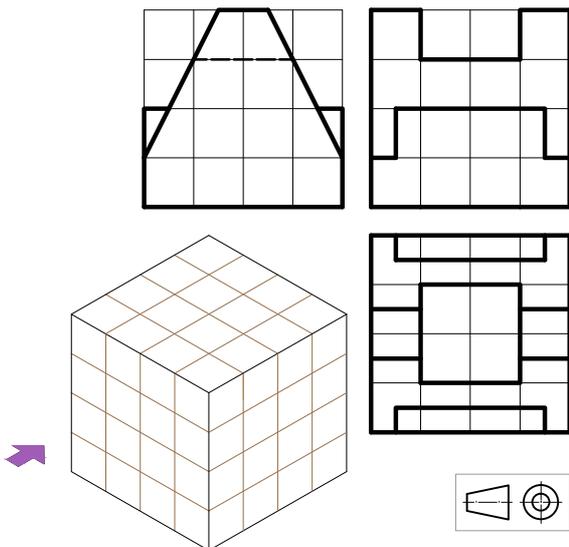
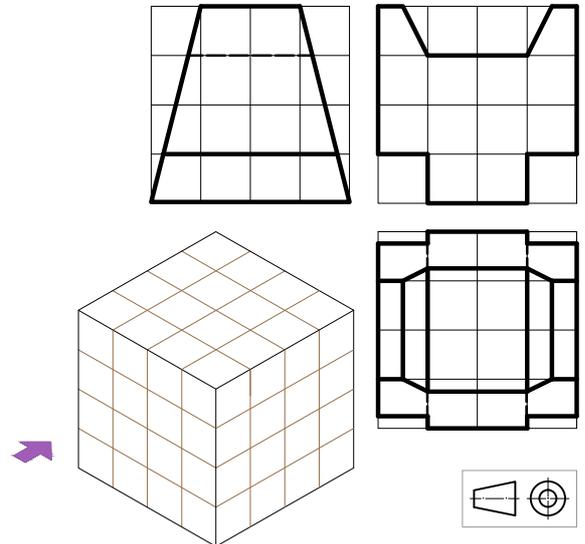
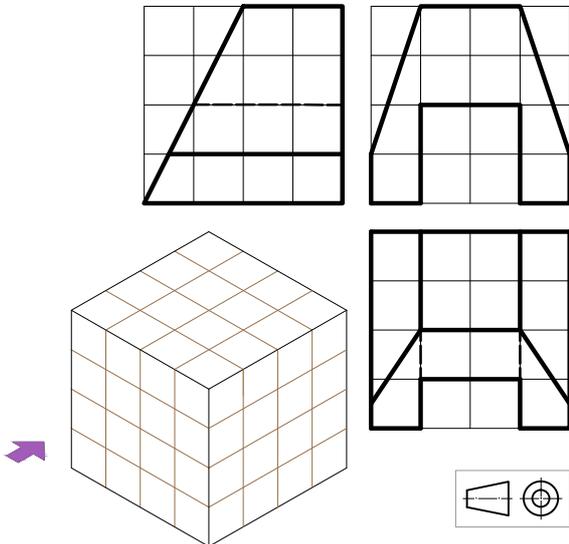
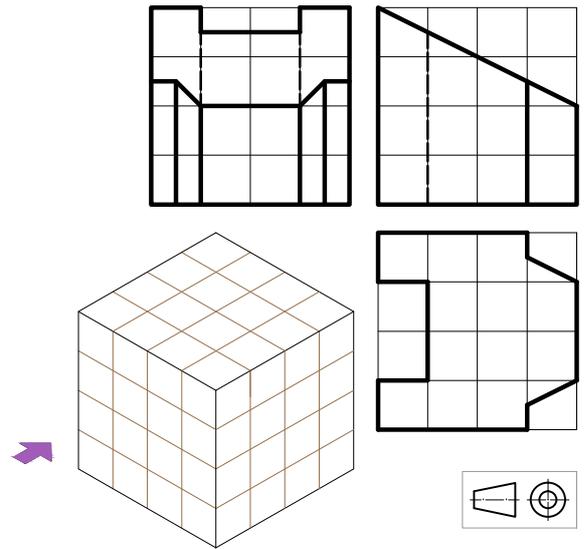
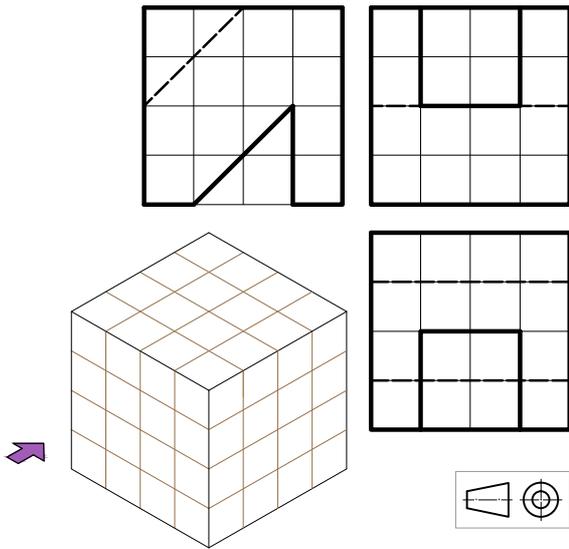
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

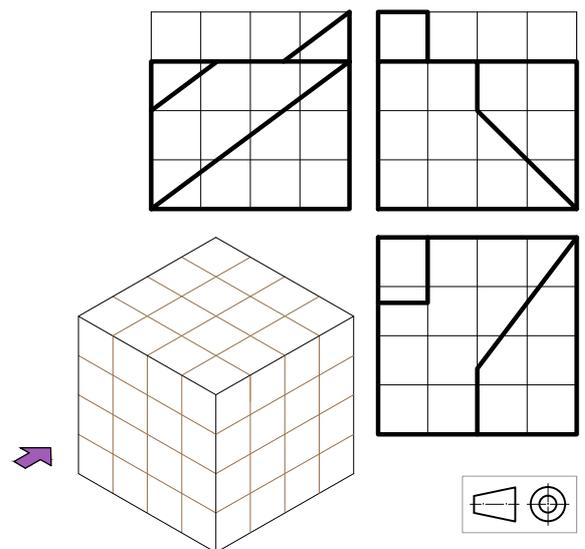
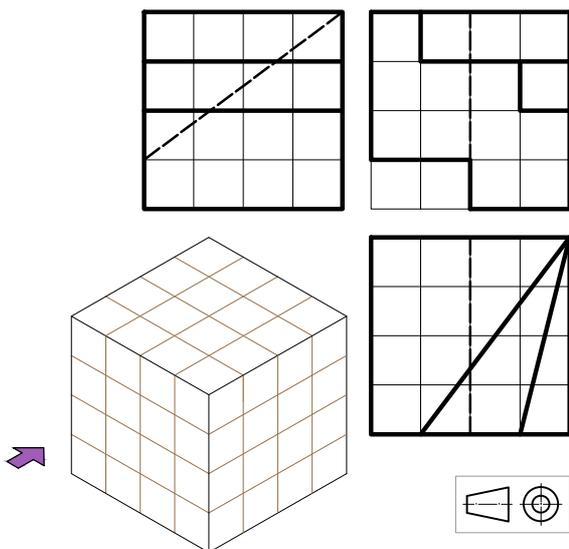
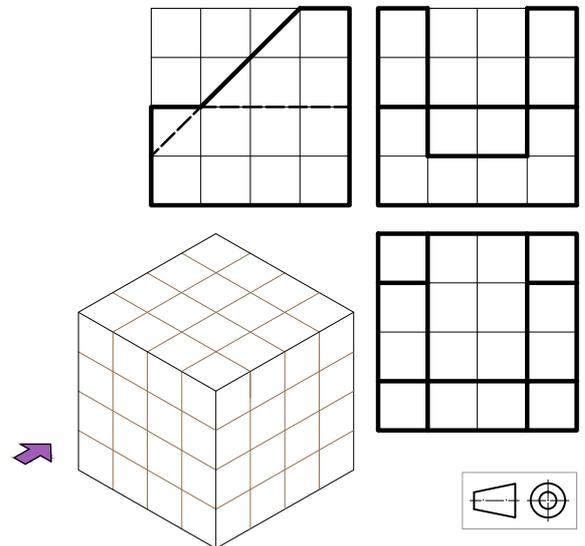
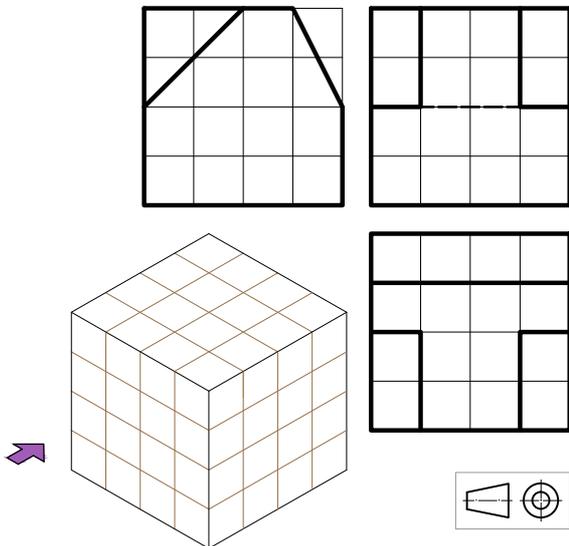
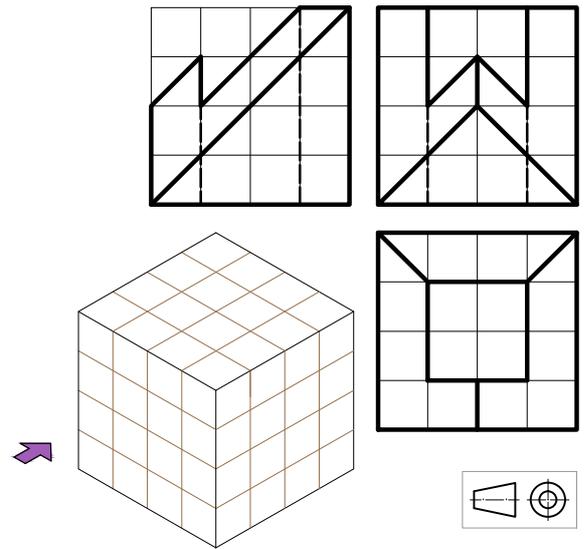
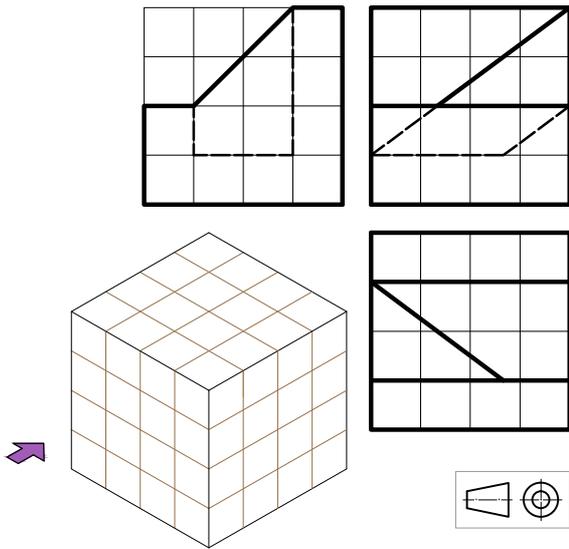
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

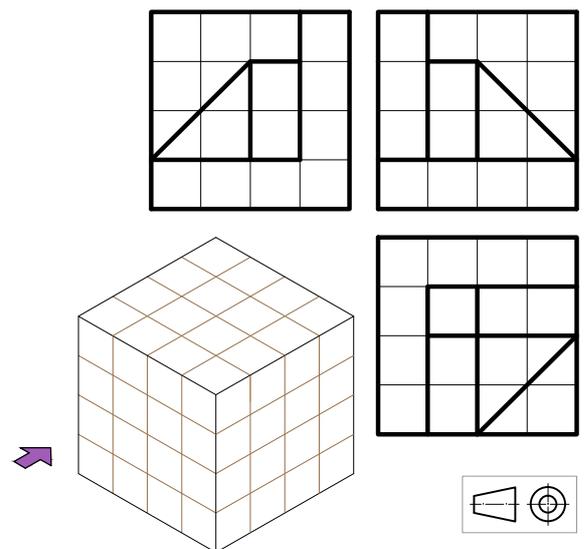
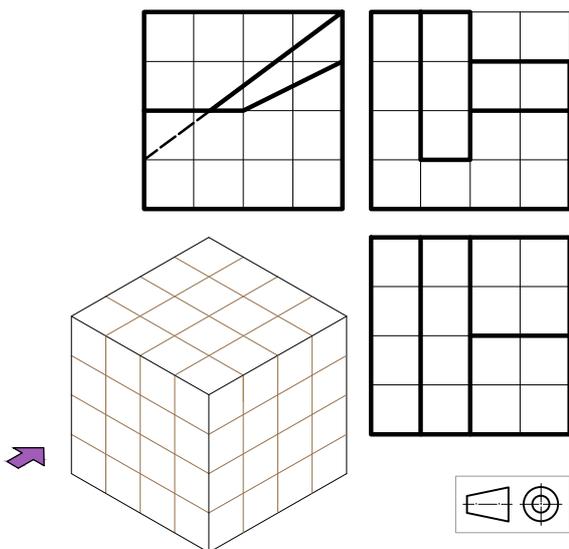
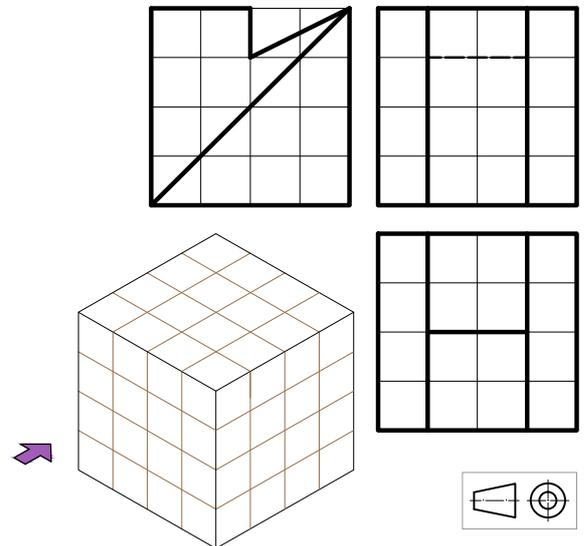
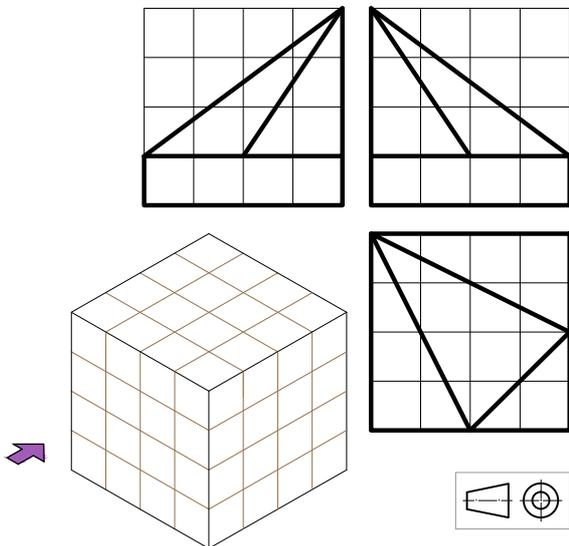
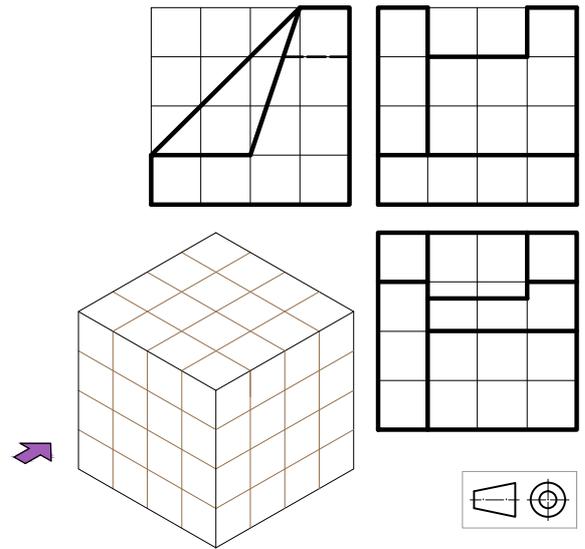
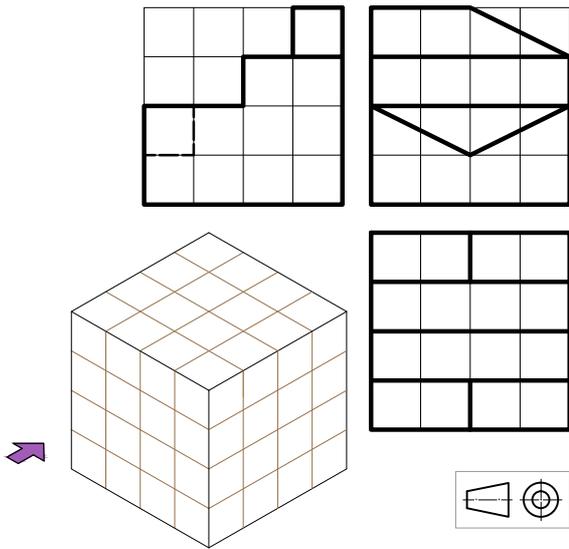
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				

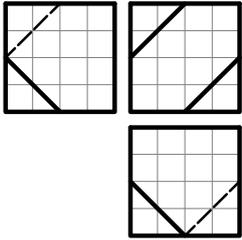


* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas y señala el grado dificultad que has encontrado en realizar el modelo. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 2.1.b

Figura 01

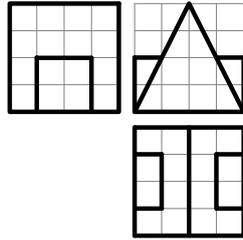


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 02

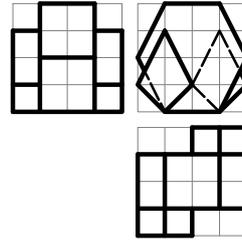


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 03

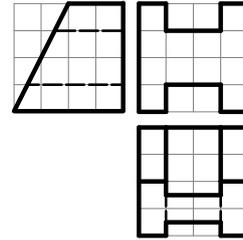


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 04

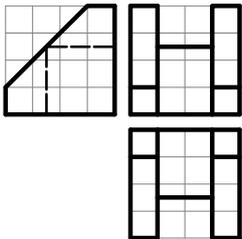


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 05

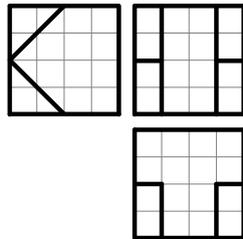


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 06

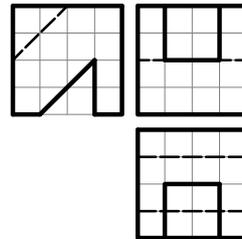


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 07

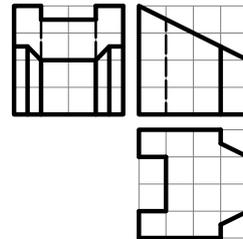


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 08

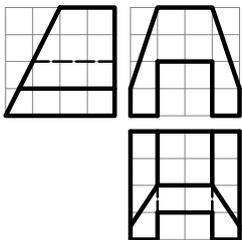


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 09

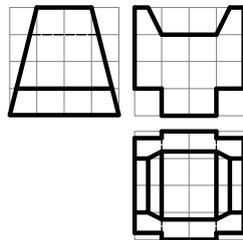


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 10

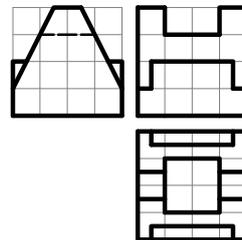


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 11

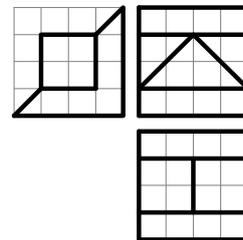


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 12



Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Grupo:

Fecha:

Nombre:

ASIGNATURA:

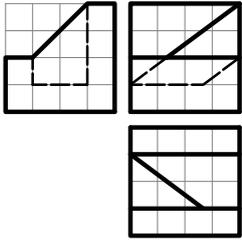


* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas y señala el grado de dificultad que has encontrado en realizar el modelo. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 2.1.b

Figura 13

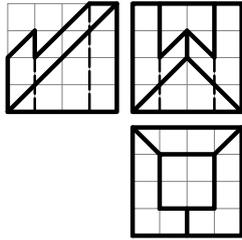


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 14

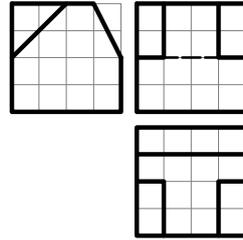


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 15

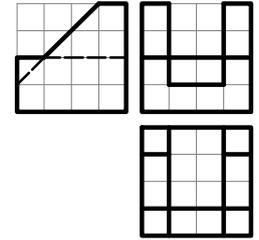


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 16

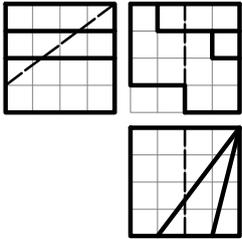


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 17

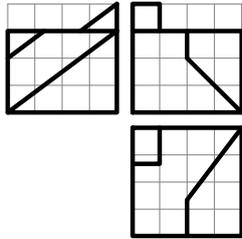


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 18

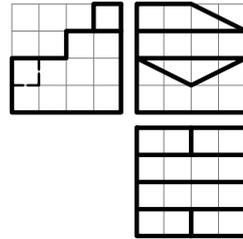


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 19

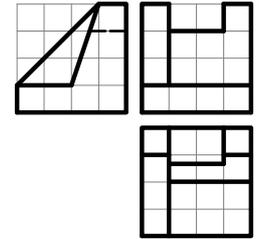


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 20

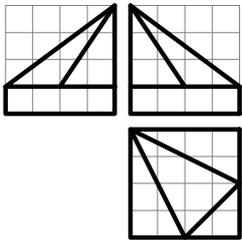


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 21

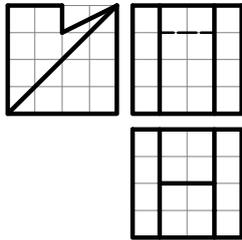


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 22

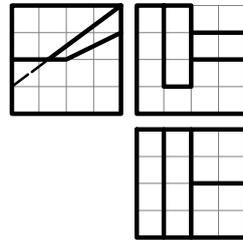


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 23

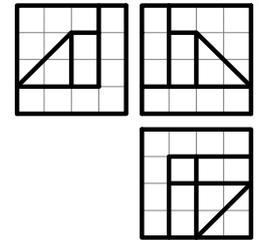


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 24



Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Grupo:

Fecha:

Nombre:

ASIGNATURA:



* Directorio de Figuras a realizar en el Nivel C de la Práctica 2.1. Marca con una X las figuras que vayas resolviendo.

CURSO -
PRÁCTICA 2.1.c

Figura 01

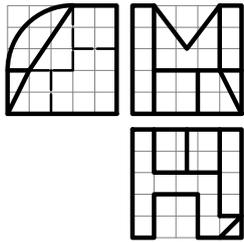


Figura 02

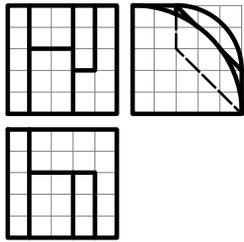


Figura 03

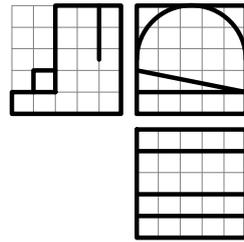


Figura 04

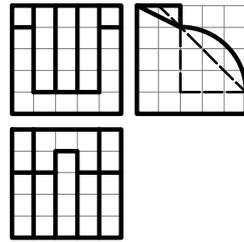


Figura 05

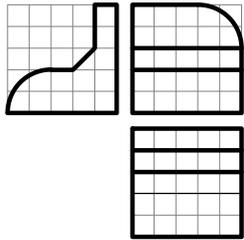


Figura 06

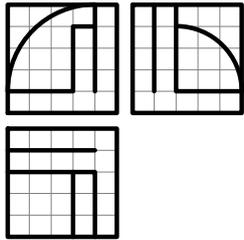


Figura 07

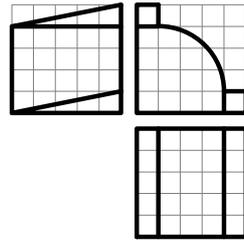


Figura 08

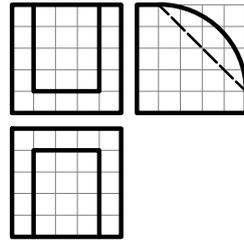


Figura 09

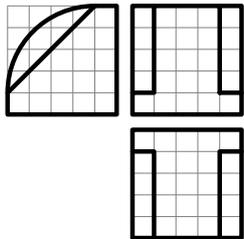


Figura 10

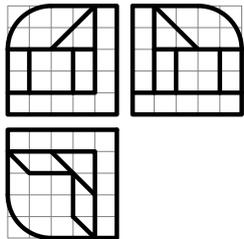


Figura 11

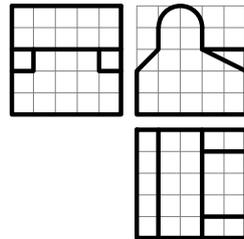


Figura 12

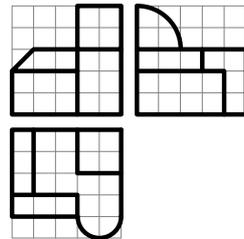


Figura 13

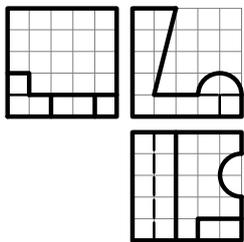


Figura 14

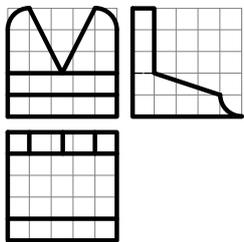


Figura 15

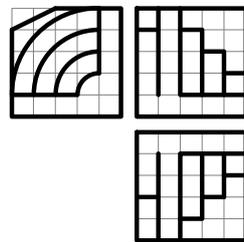


Figura 16

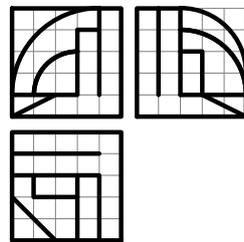


Figura 17

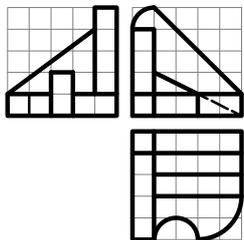


Figura 18

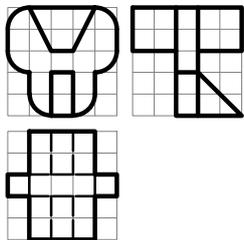


Figura 19

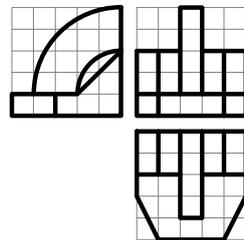


Figura 20

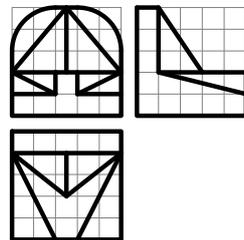


Figura 21

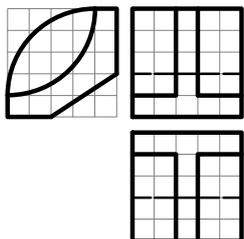


Figura 22

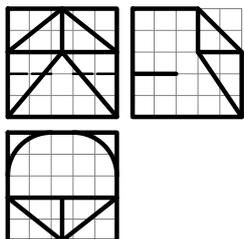


Figura 23

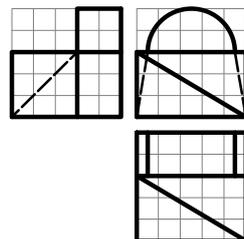
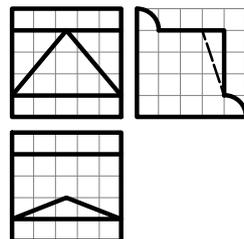


Figura 24



Grupo:

Fecha:

Nombre:

ASIGNATURA:



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

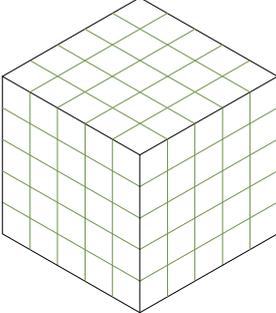
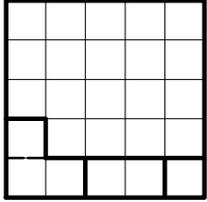
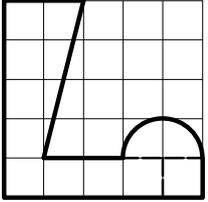
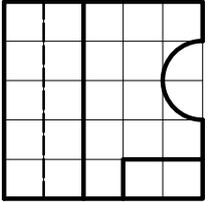
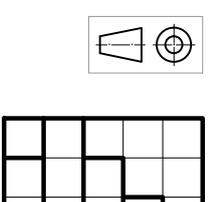
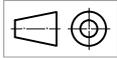
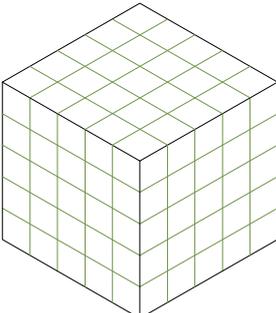
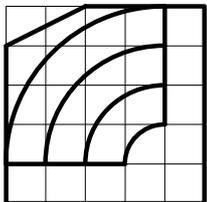
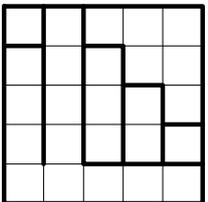
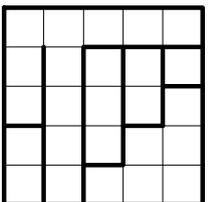
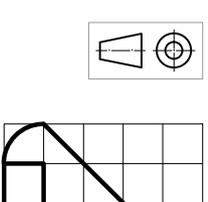
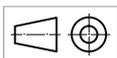
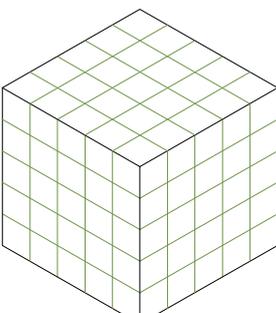
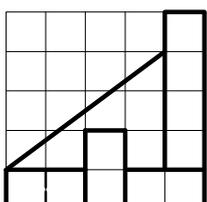
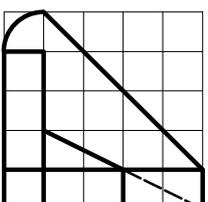
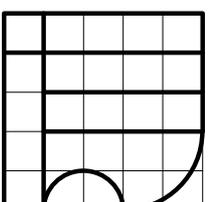
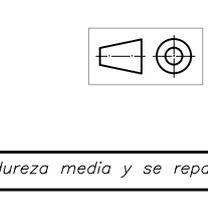
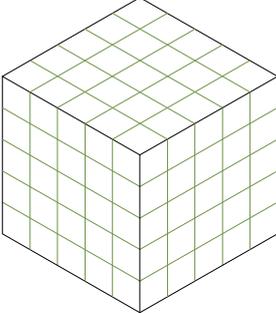
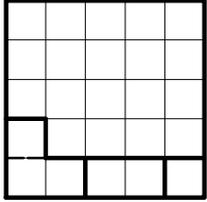
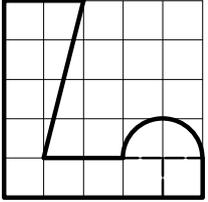
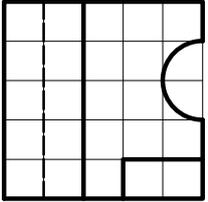
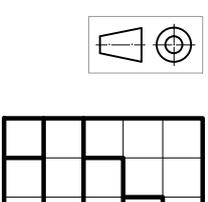
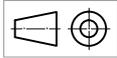
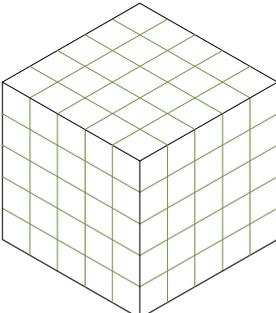
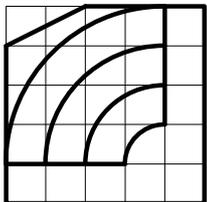
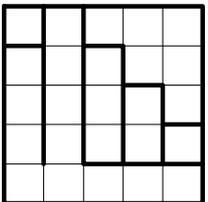
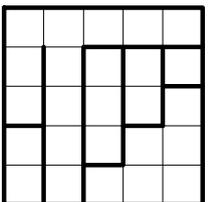
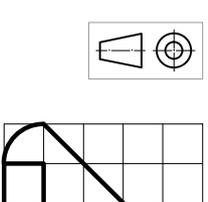
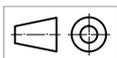
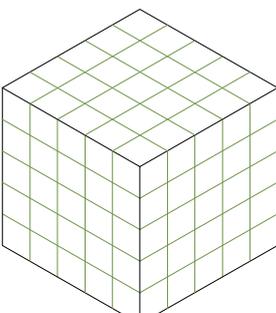
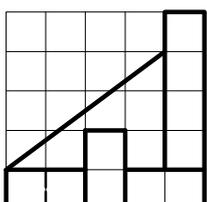
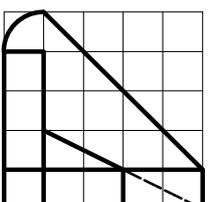
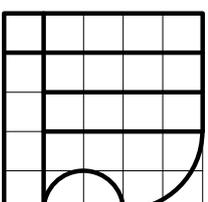
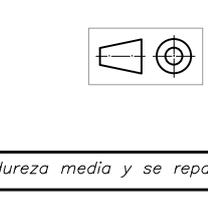
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				

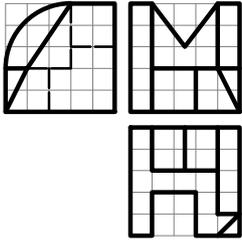


* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas y señala el grado dificultad que has encontrado en realizar el modelo. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 2.1.c

Figura 01

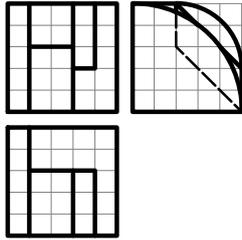


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 02

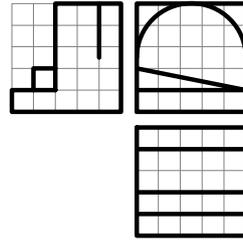


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 03

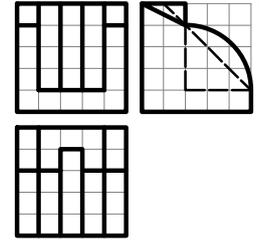


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 04

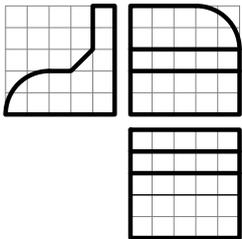


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 05

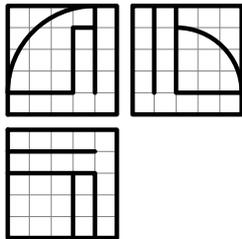


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 06

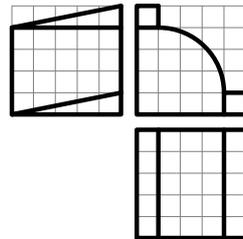


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 07

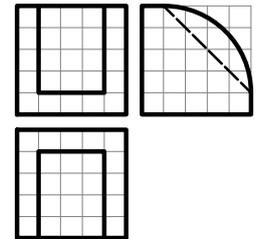


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 08

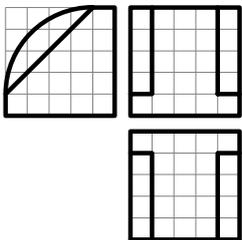


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 09

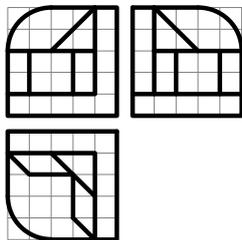


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 10

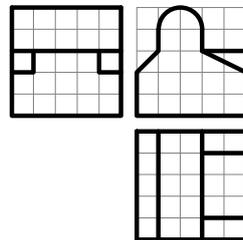


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 11

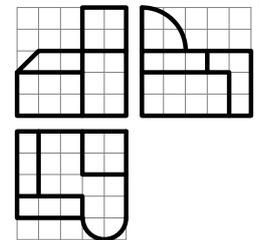


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 12



Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Grupo:	Fecha:	Nombre:	ASIGNATURA:

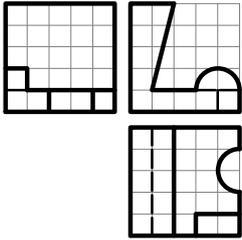


* Anota el tiempo invertido en realizar el modelo 3D de las figuras adjuntas y señala el grado dificultad que has encontrado en realizar el modelo. (siendo 1 el más fácil y 5 el más difícil)

CURSO -

PRÁCTICA 2.1.c

Figura 13

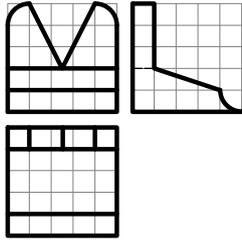


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 14

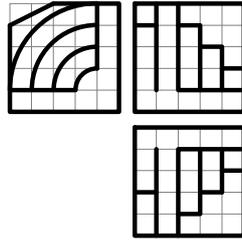


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 15

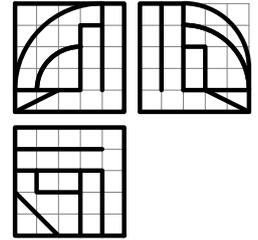


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 16

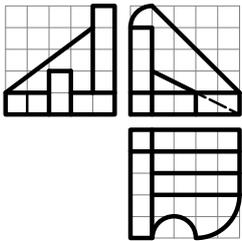


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 17

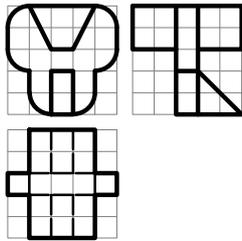


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 18

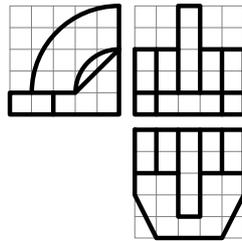


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 19

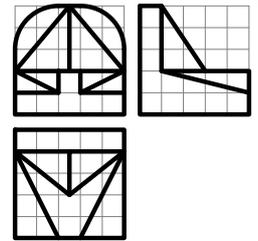


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 20

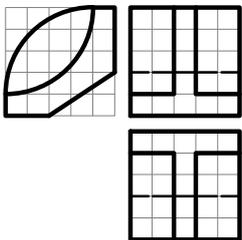


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 21

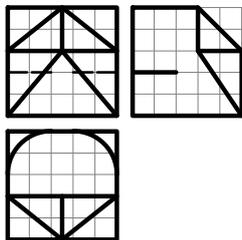


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 22

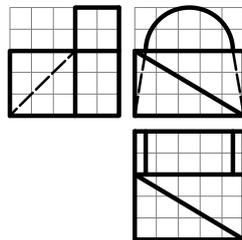


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 23

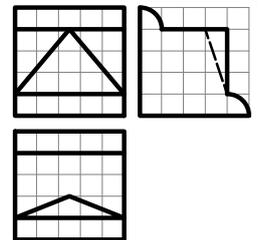


Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Figura 24



Tiempo invertido en el modelado:

Grado de dificultad:

1 2 3 4 5

Grupo:

Fecha:

Nombre:

ASIGNATURA:

A.4

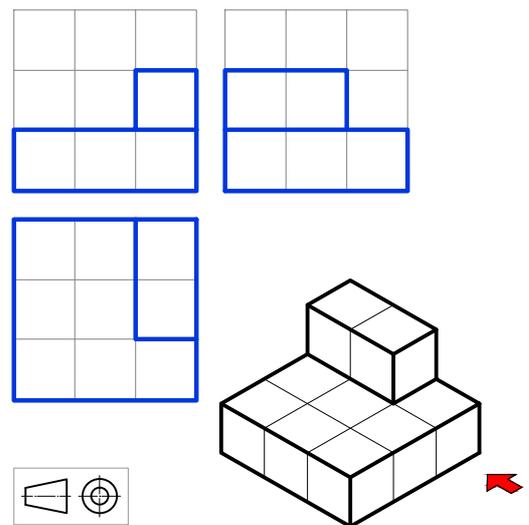
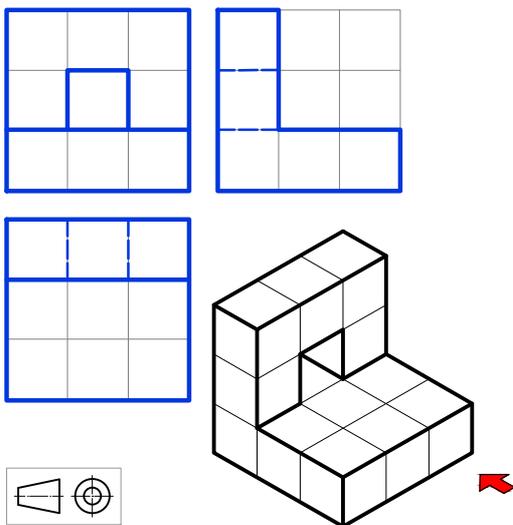
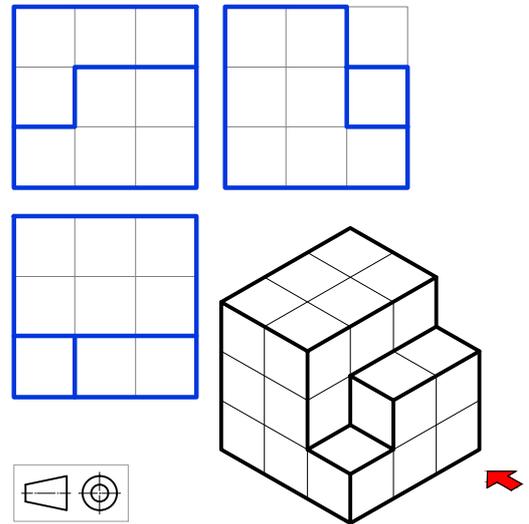
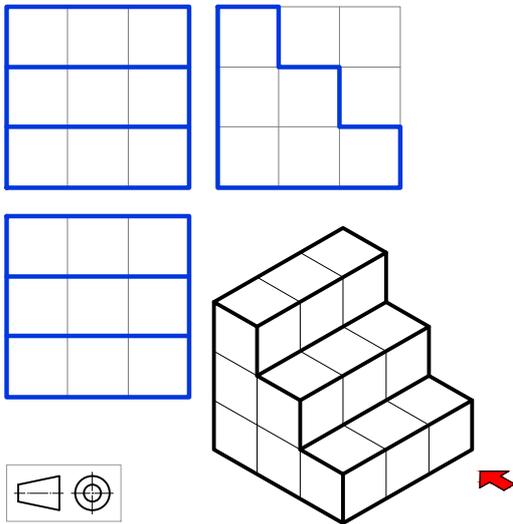
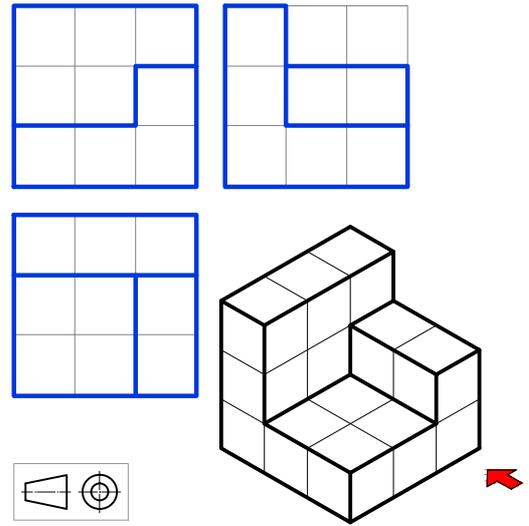
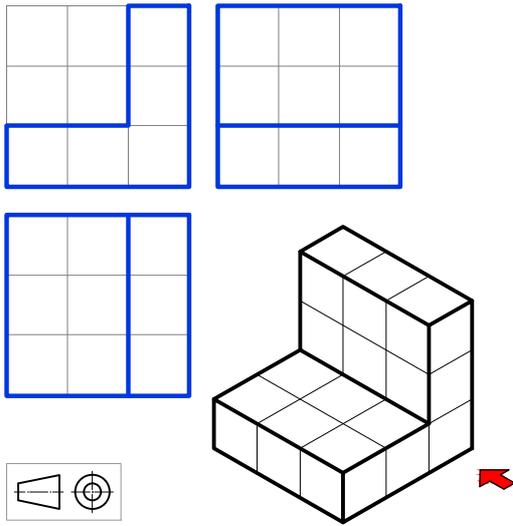
Láminas A4 con las soluciones de los 150 ejercicios en formato 2D tradicional.



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA Nº



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA Nº

Orthographic projections (front, top, left side) and isometric view of a stepped block. A red arrow indicates the recommended front view direction.

Orthographic projections (front, top, left side) and isometric view of a stepped block with a hole. A red arrow indicates the recommended front view direction.

Orthographic projections (front, top, left side) and isometric view of a stepped block. A red arrow indicates the recommended front view direction.

Orthographic projections (front, top, left side) and isometric view of a stepped block. A red arrow indicates the recommended front view direction.

Orthographic projections (front, top, left side) and isometric view of a stepped block. A red arrow indicates the recommended front view direction.

Orthographic projections (front, top, left side) and isometric view of a stepped block. A red arrow indicates the recommended front view direction.

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

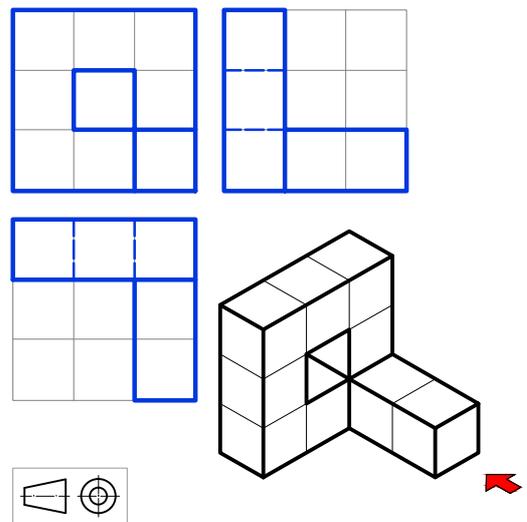
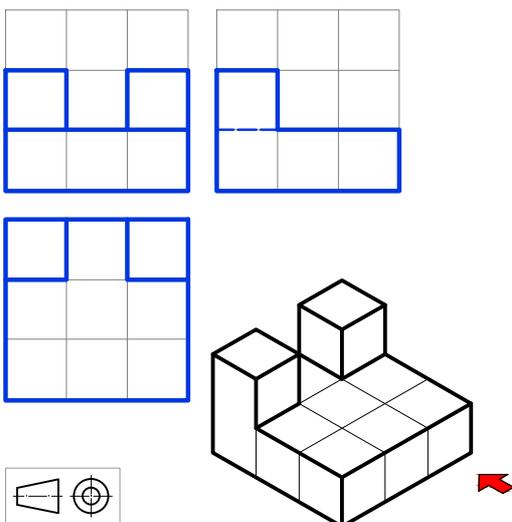
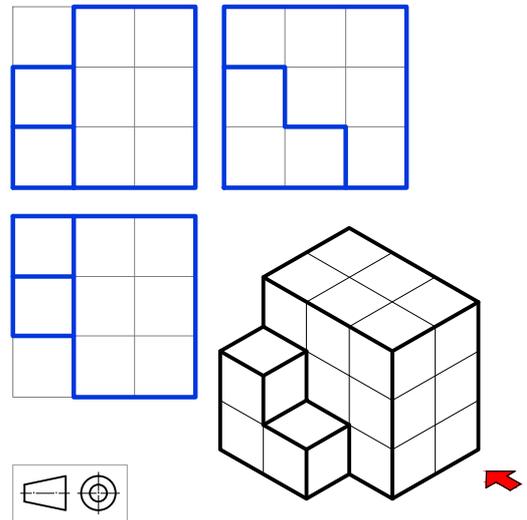
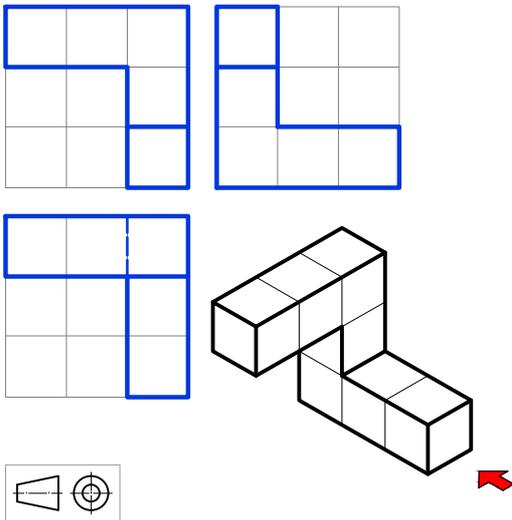
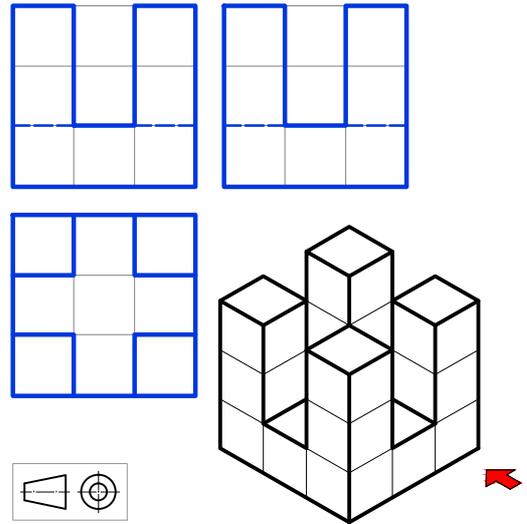
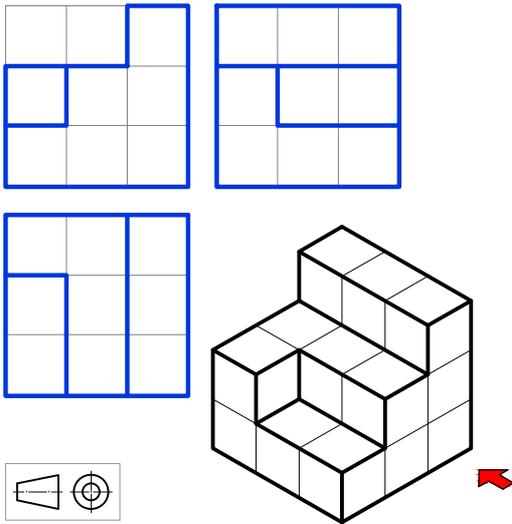
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

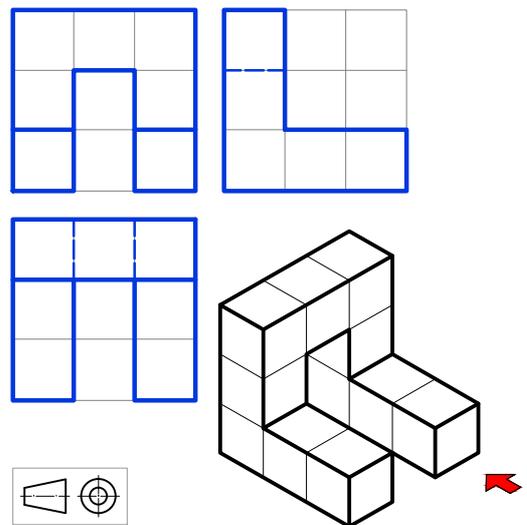
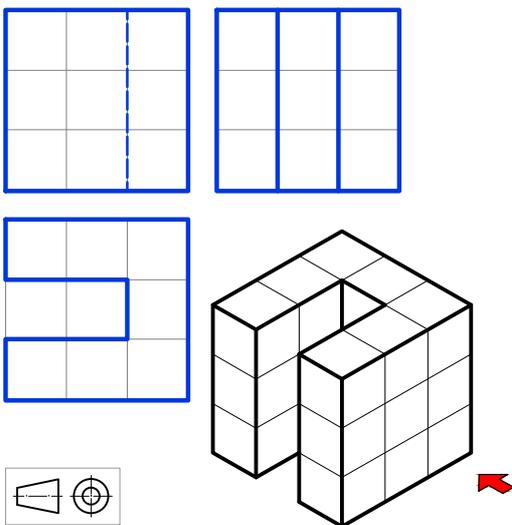
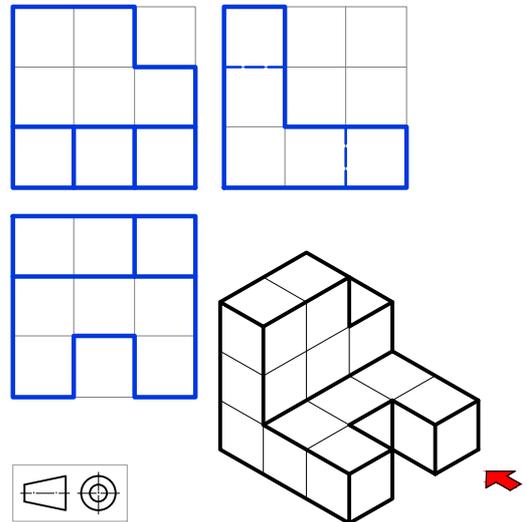
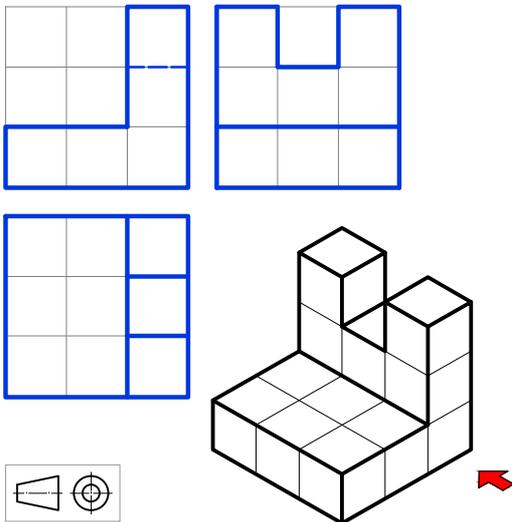
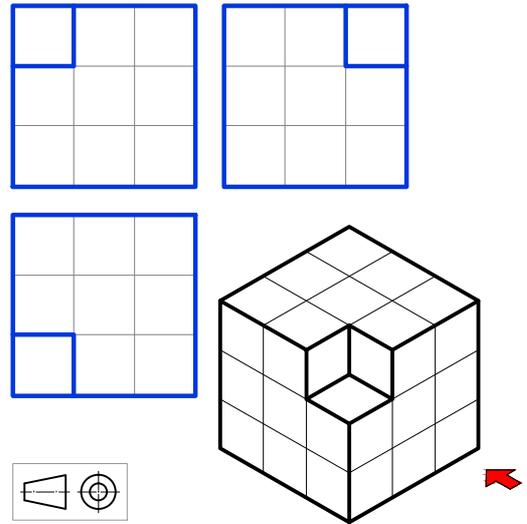
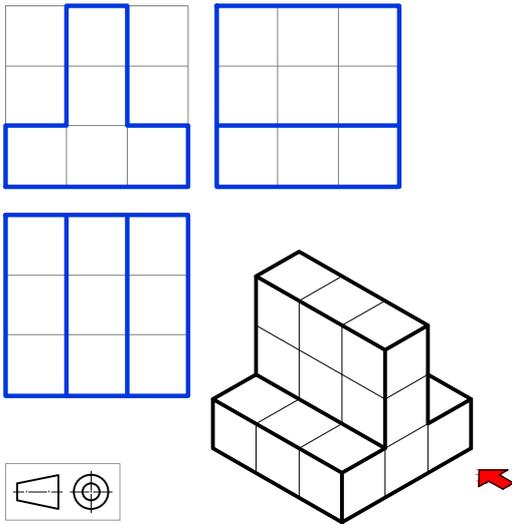
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

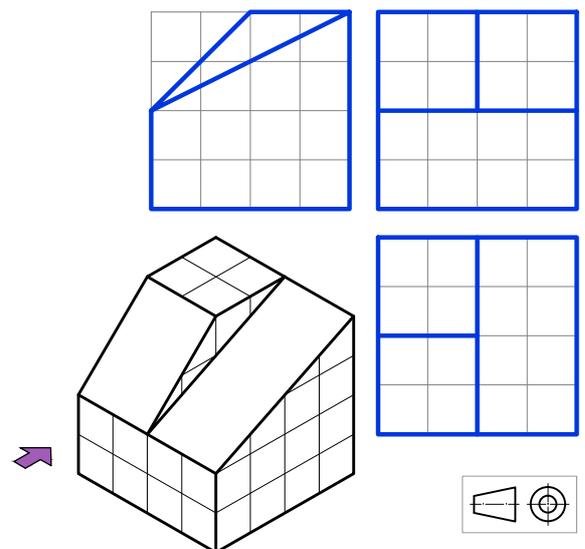
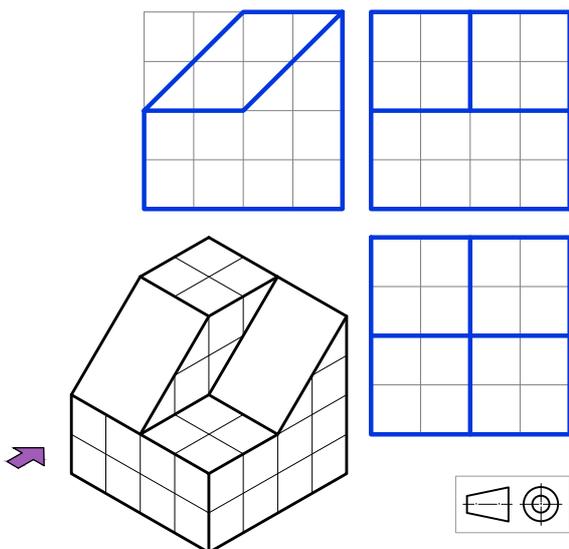
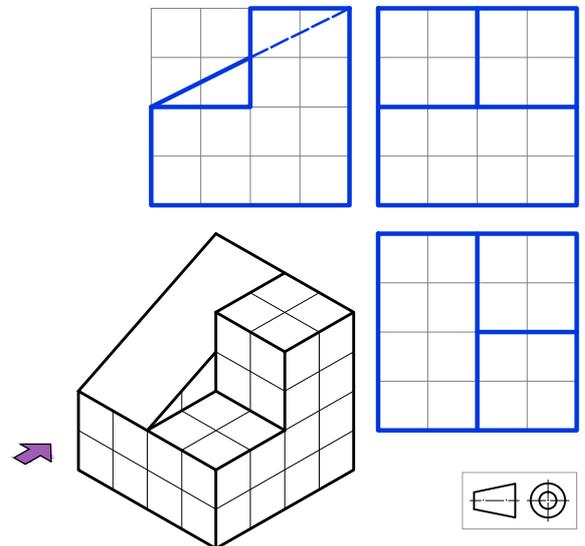
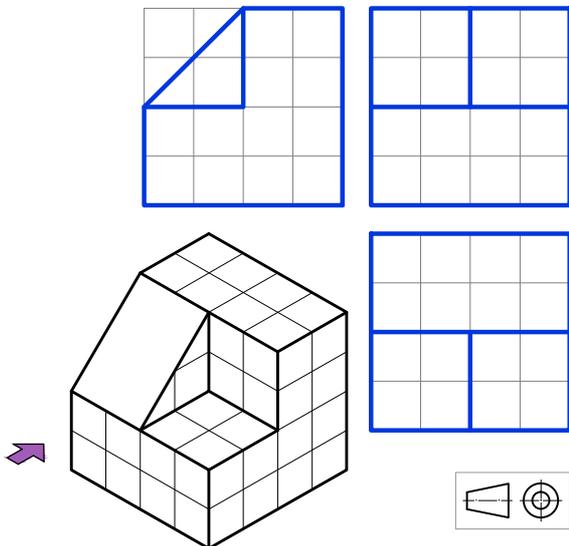
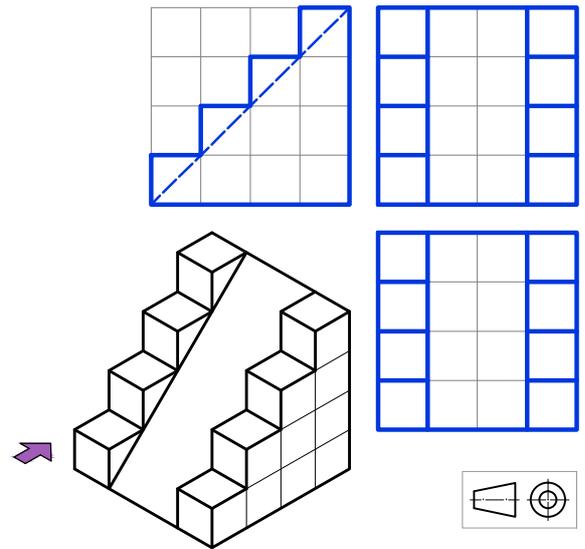
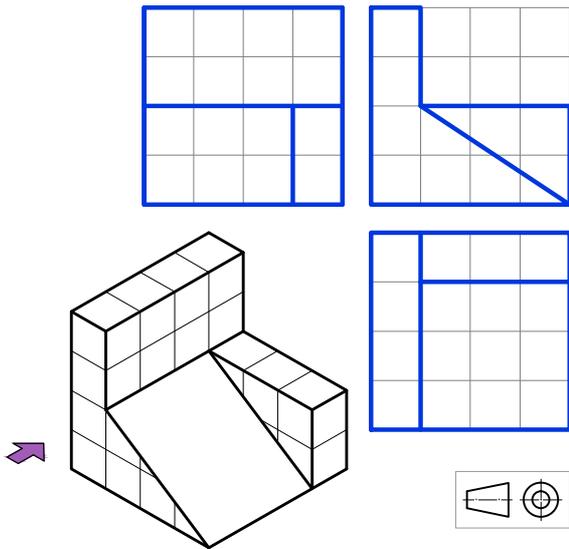
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

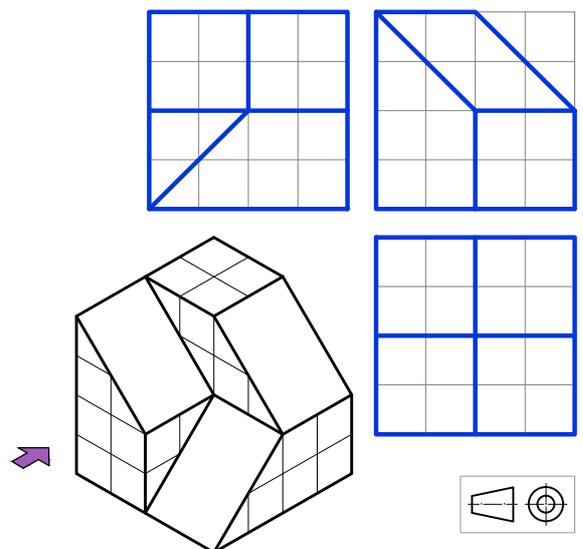
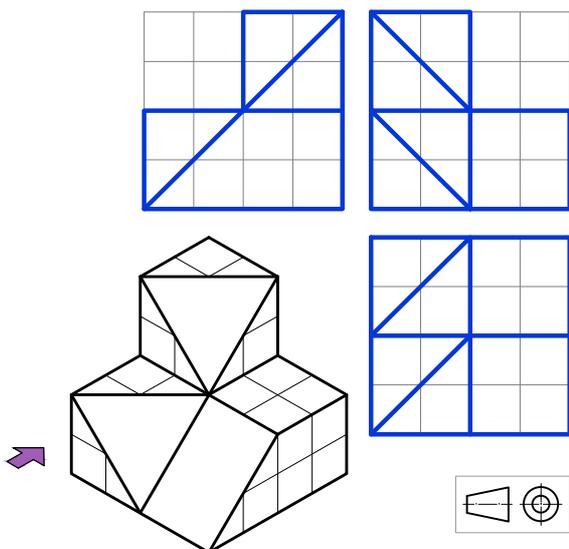
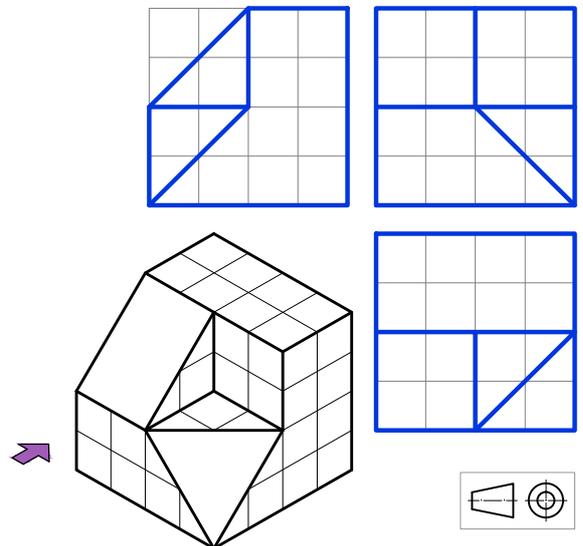
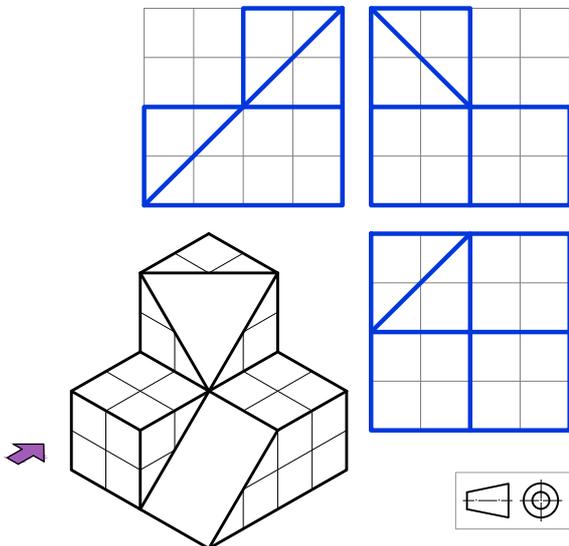
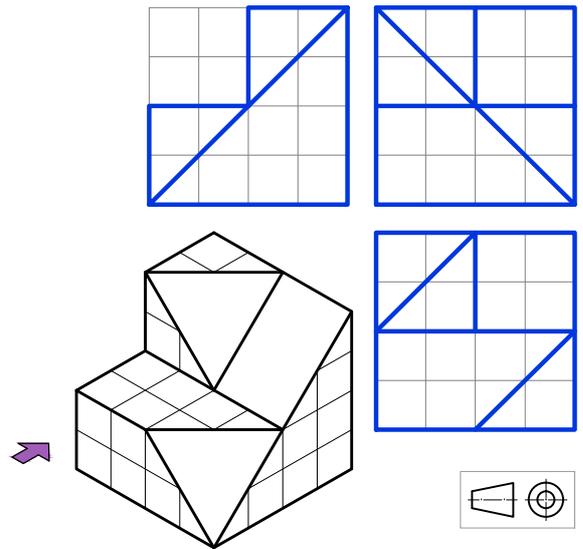
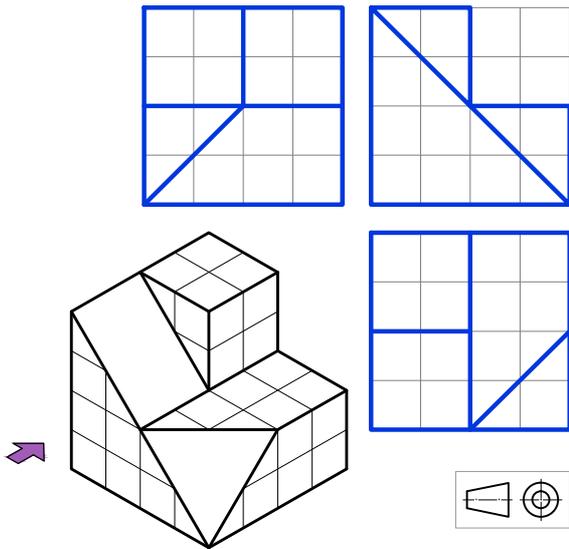
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

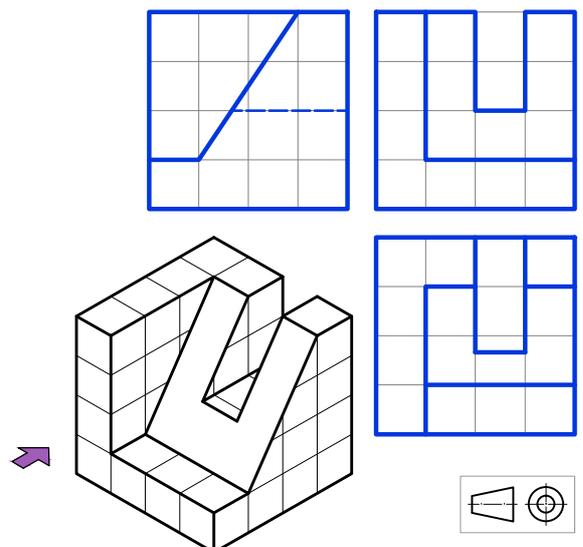
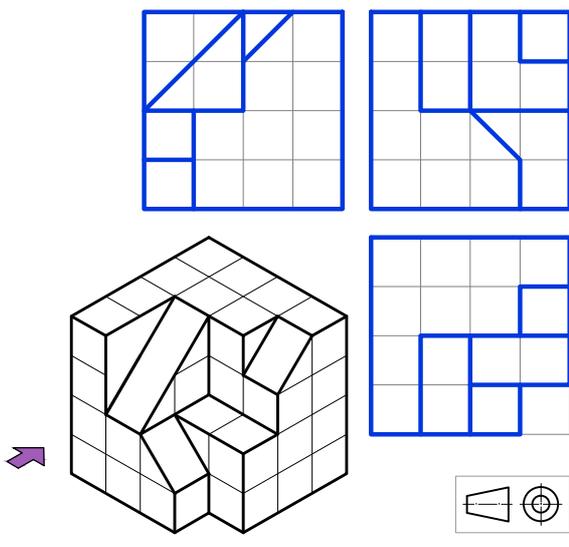
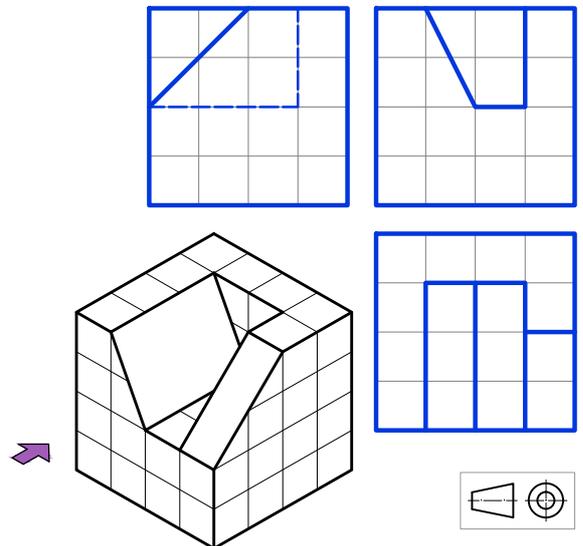
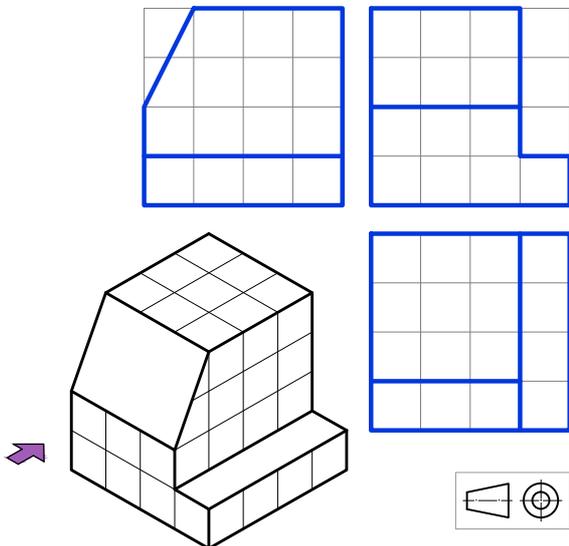
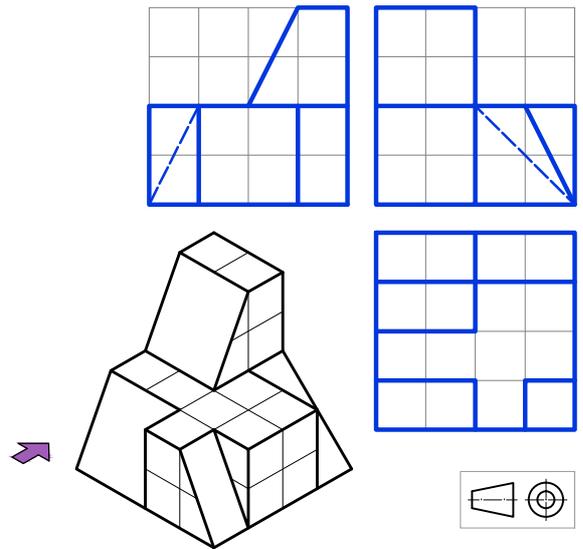
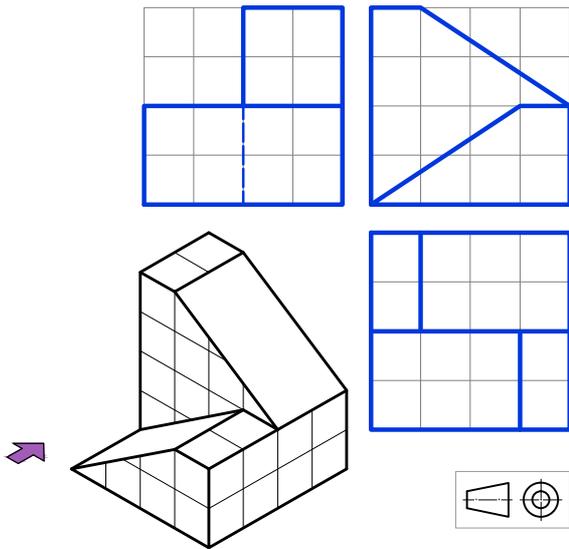
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

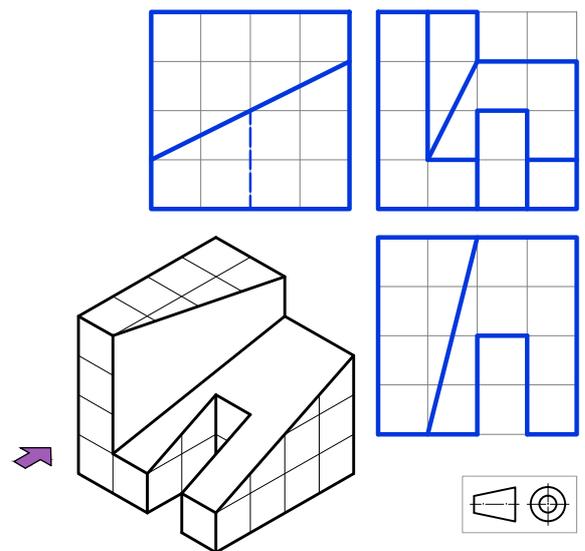
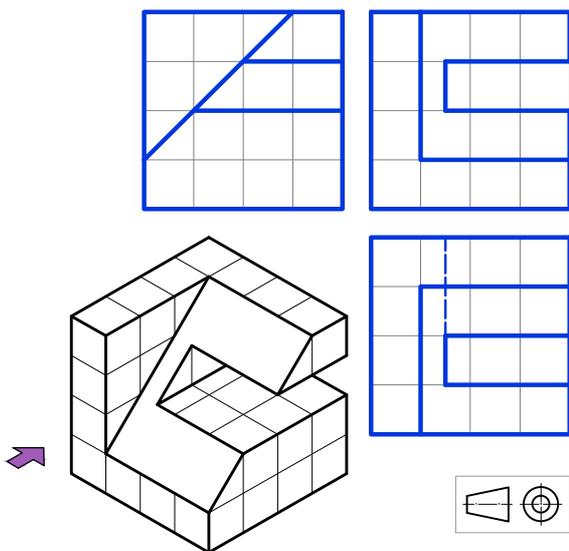
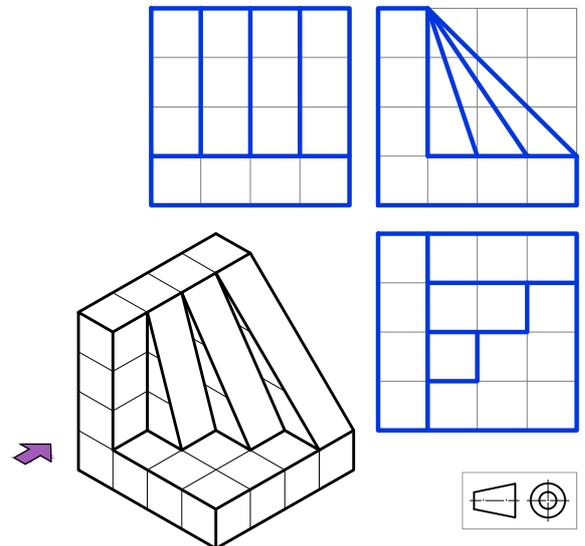
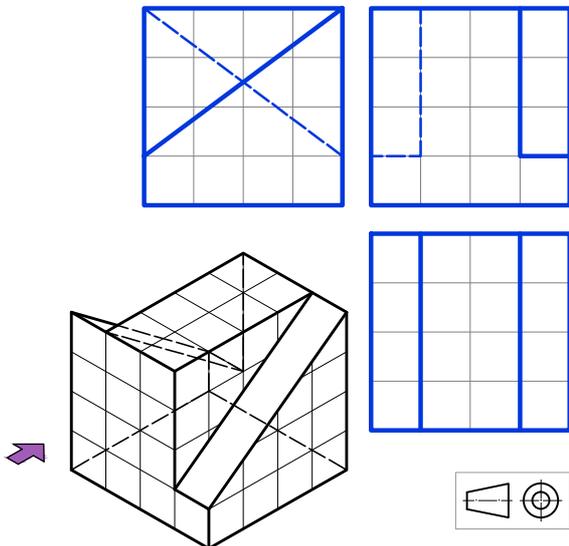
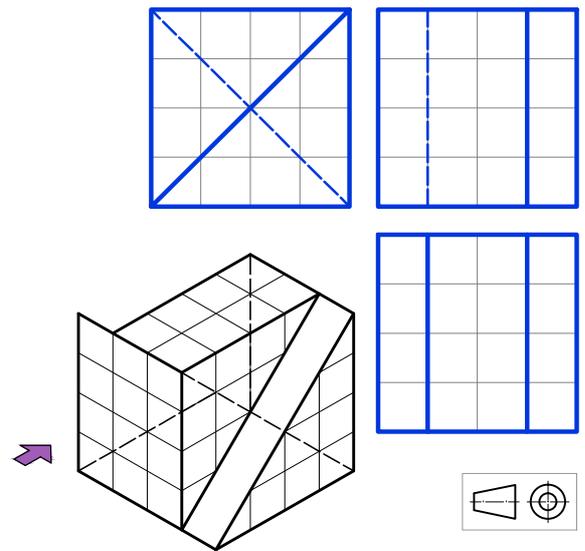
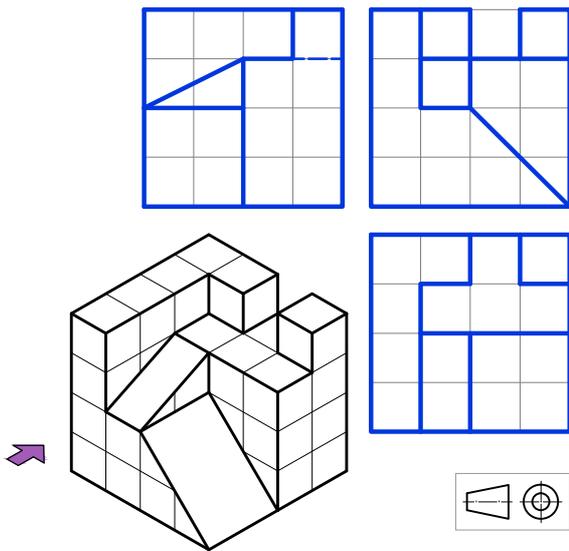
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA Nº



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

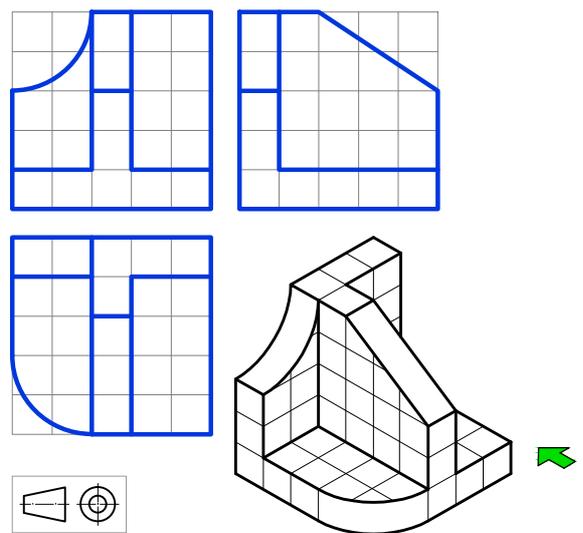
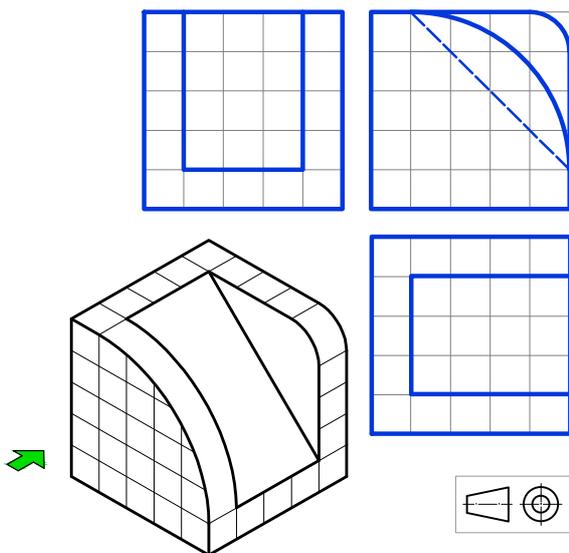
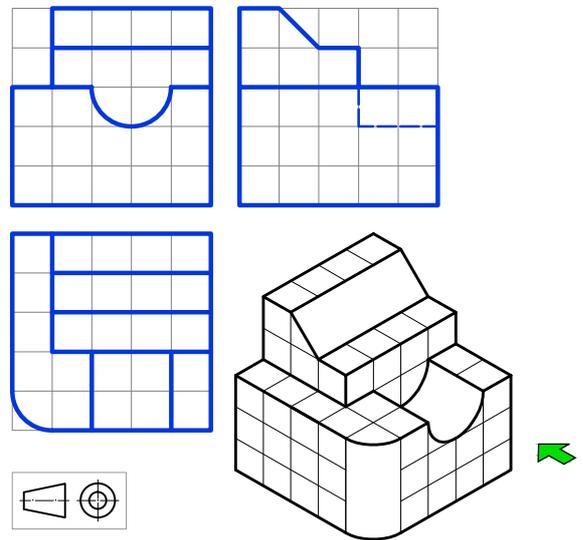
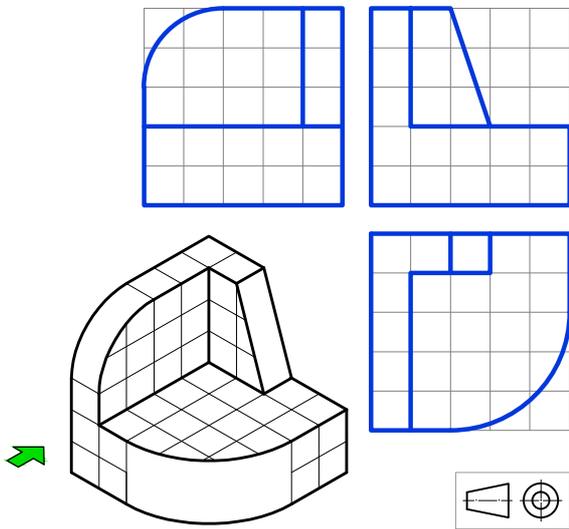
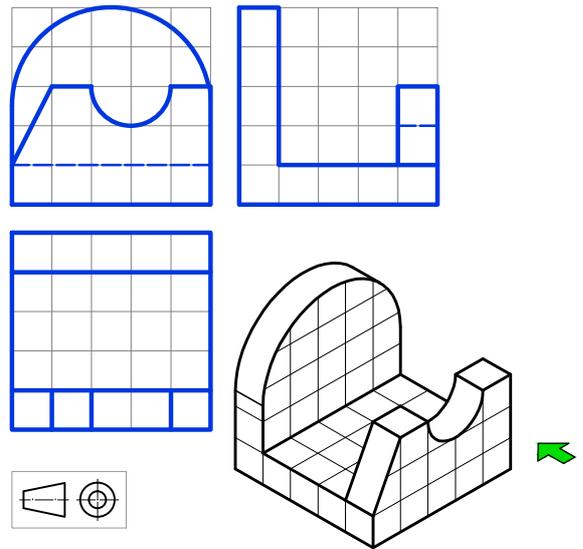
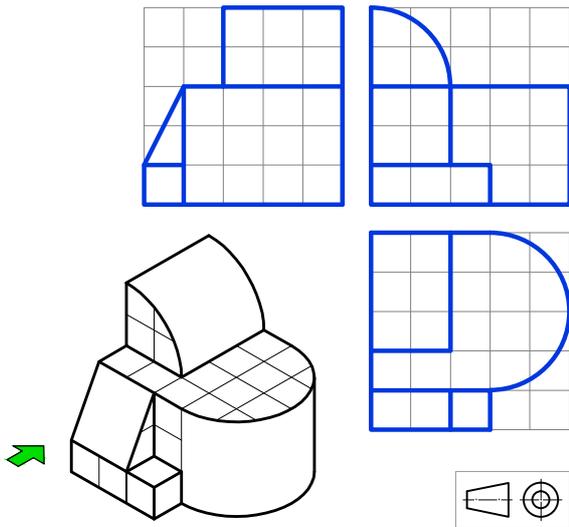
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

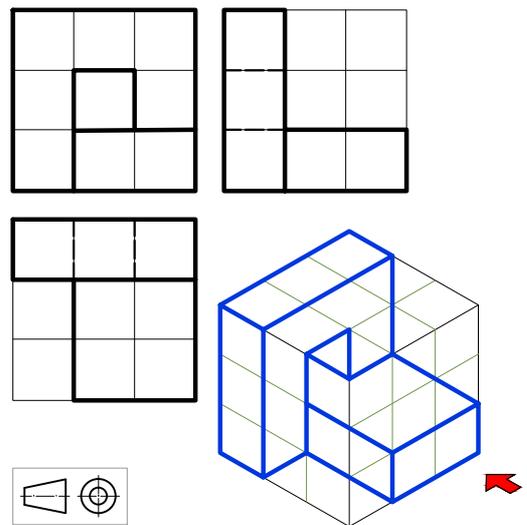
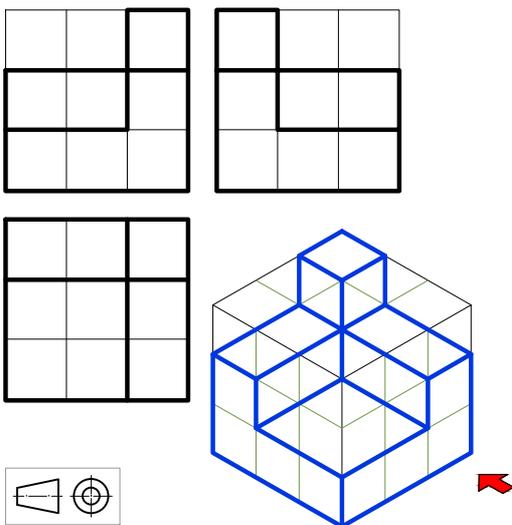
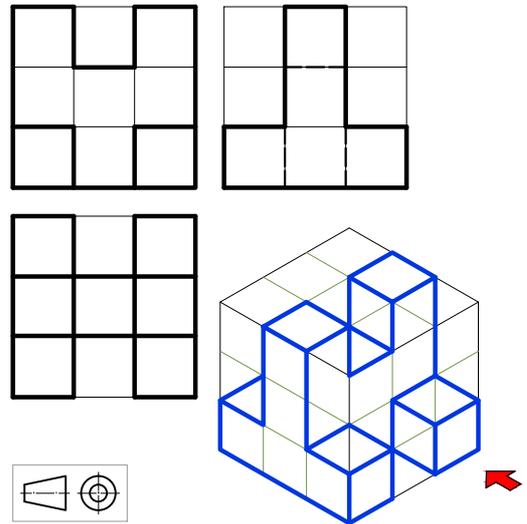
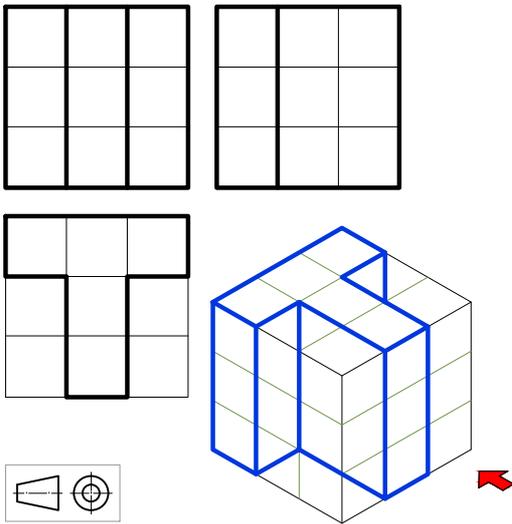
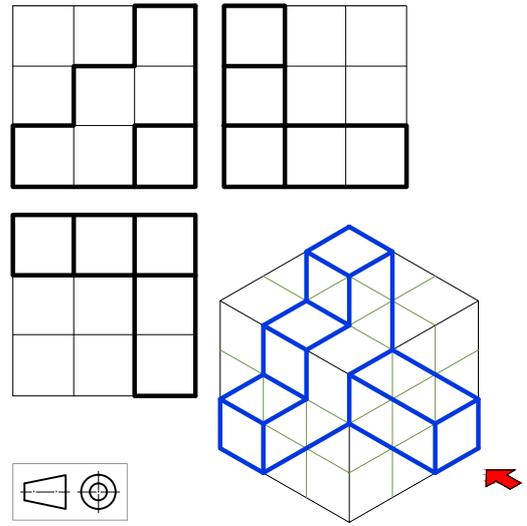
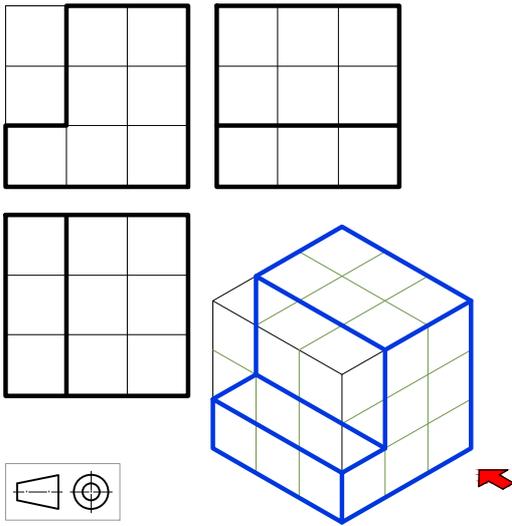
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

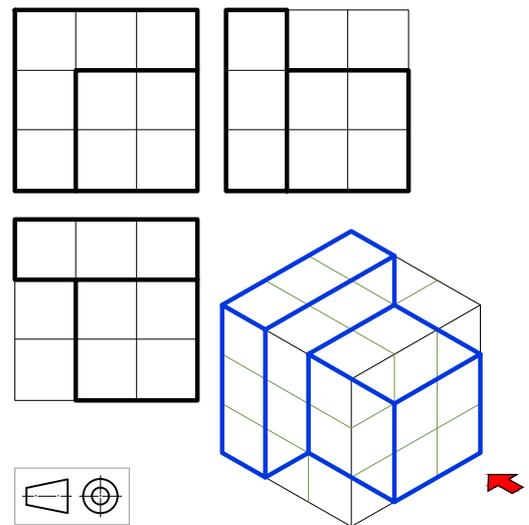
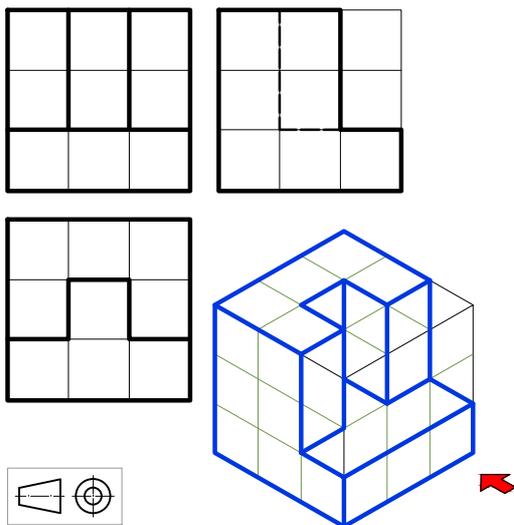
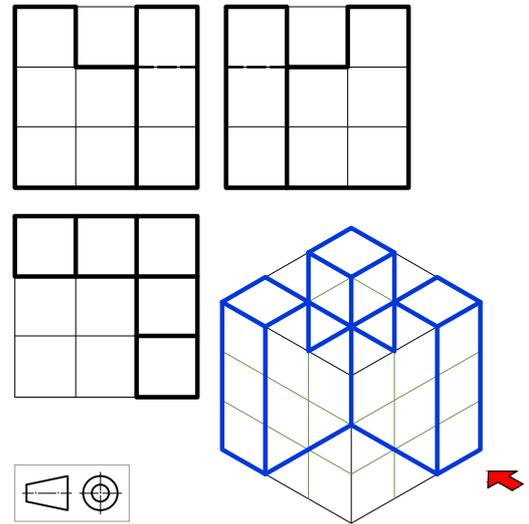
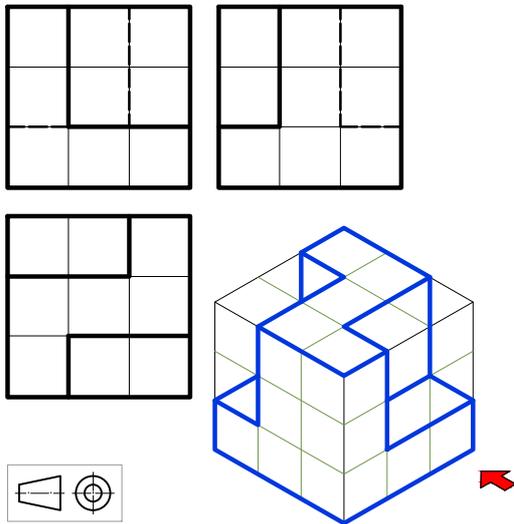
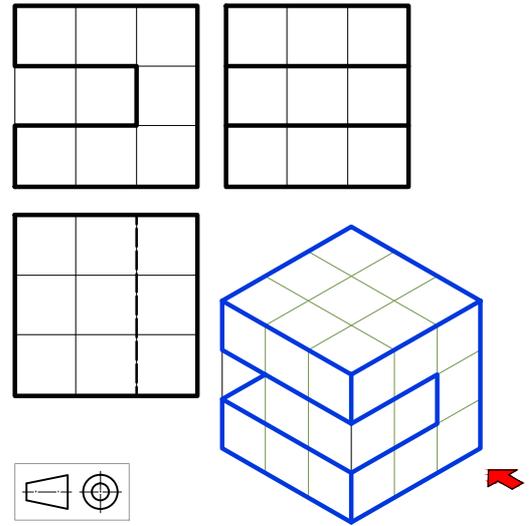
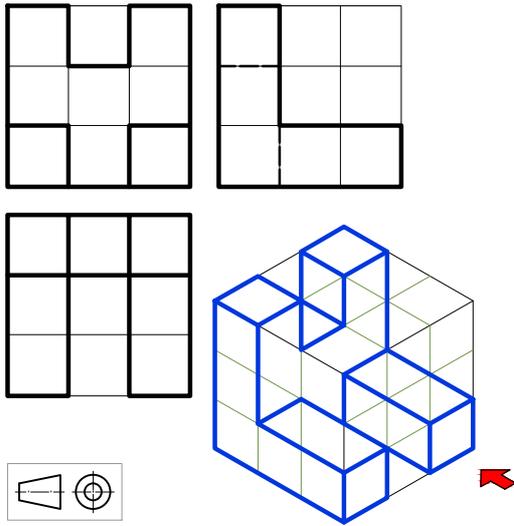
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

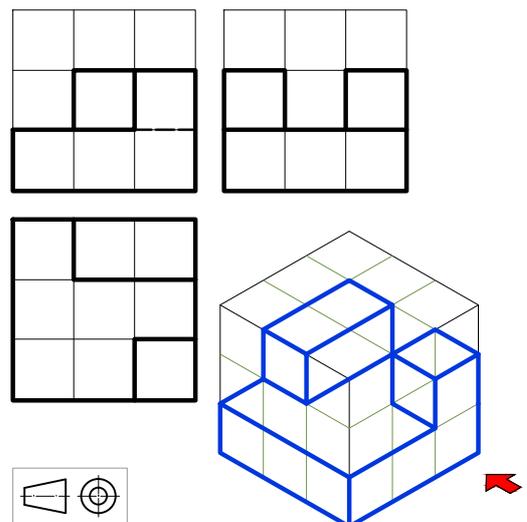
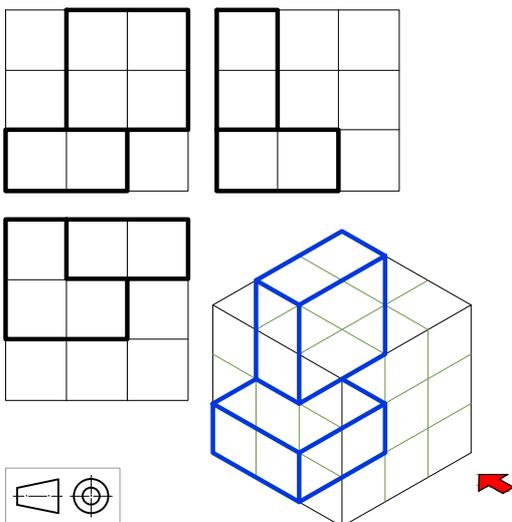
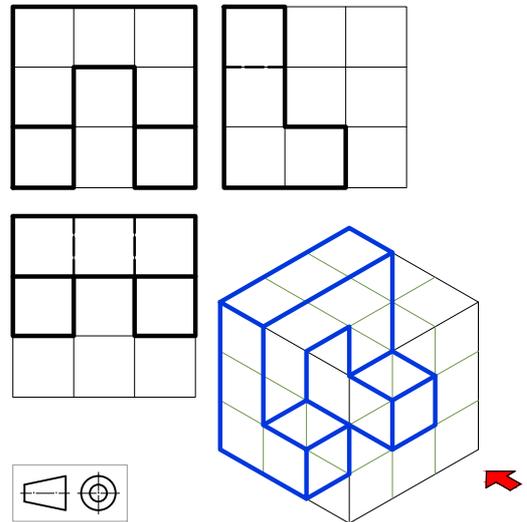
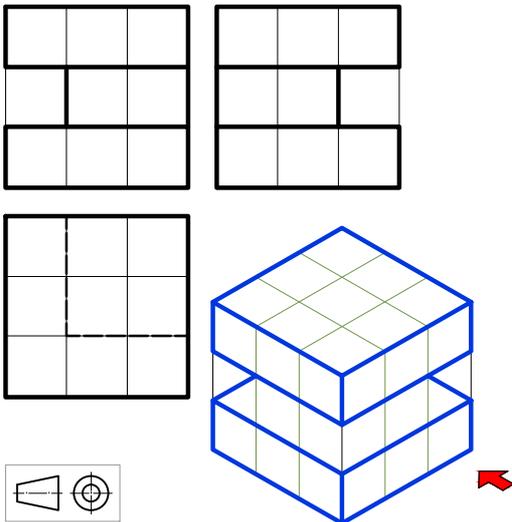
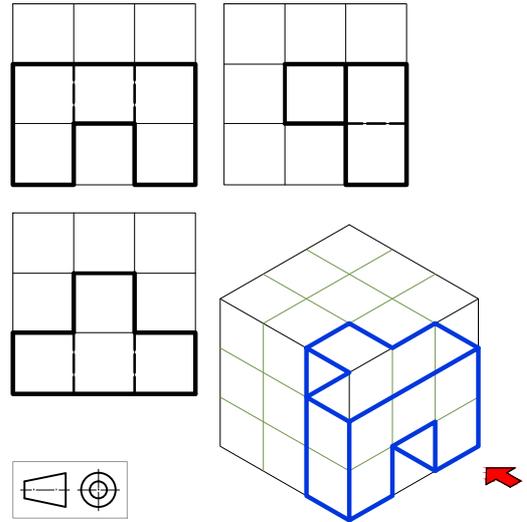
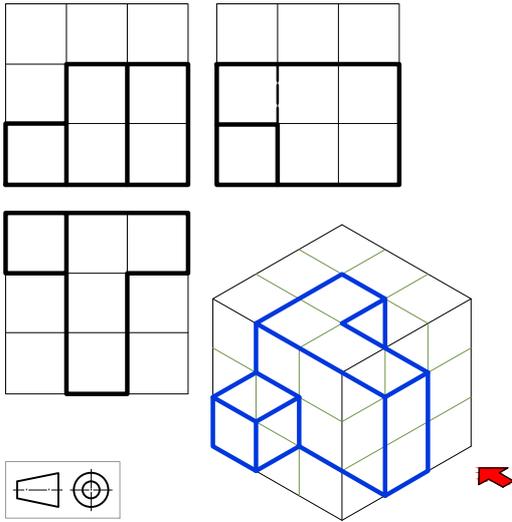
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

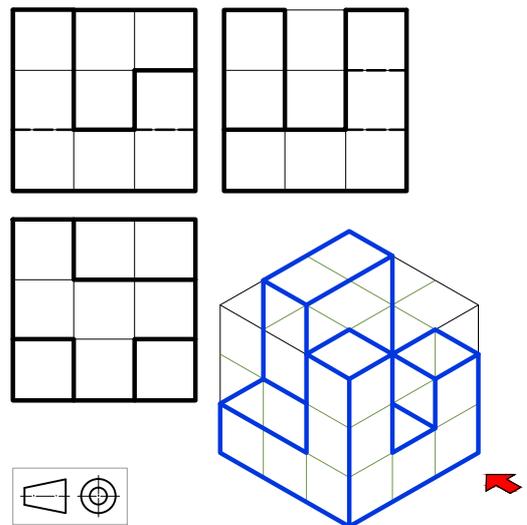
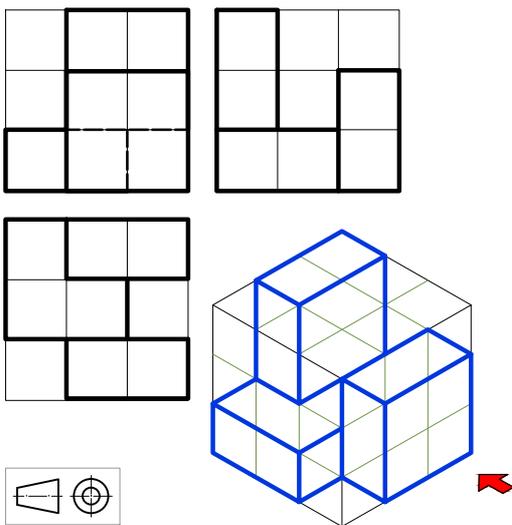
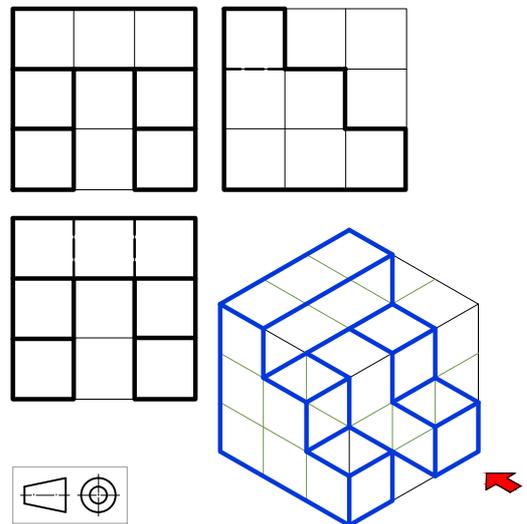
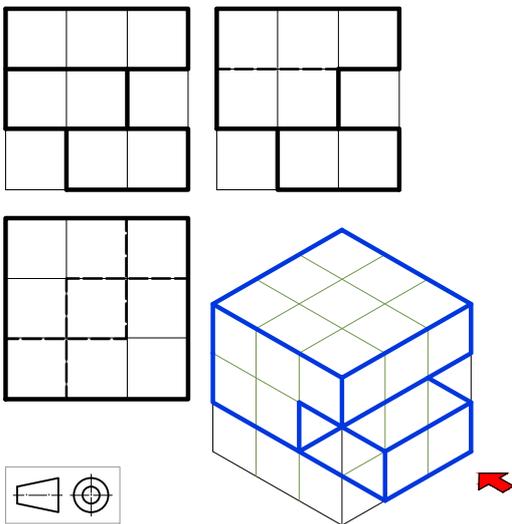
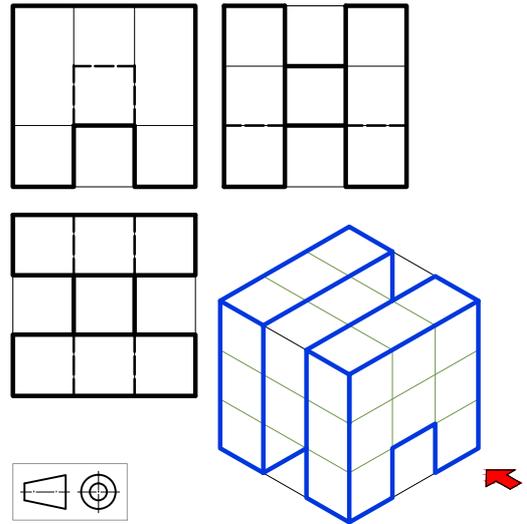
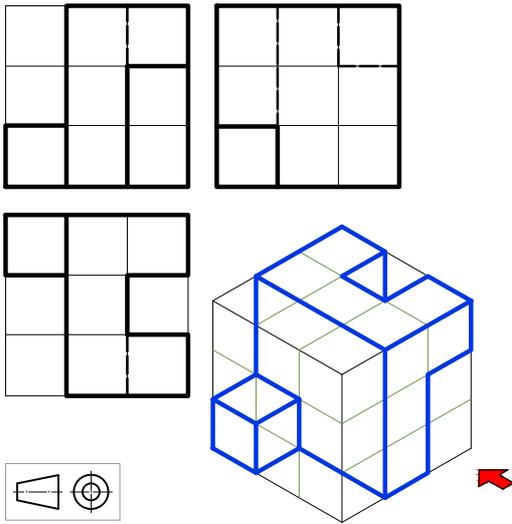
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

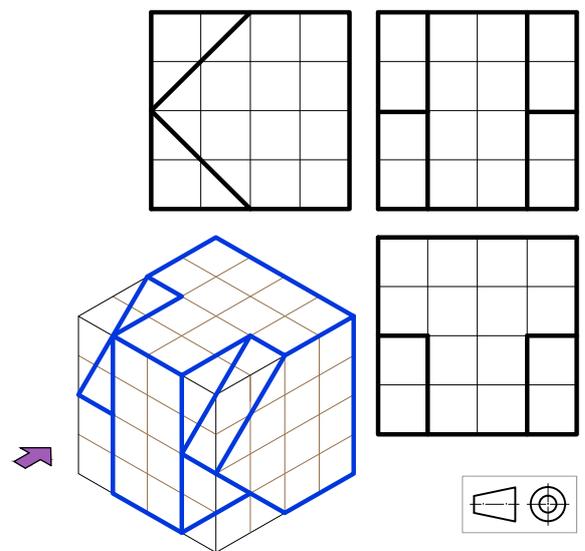
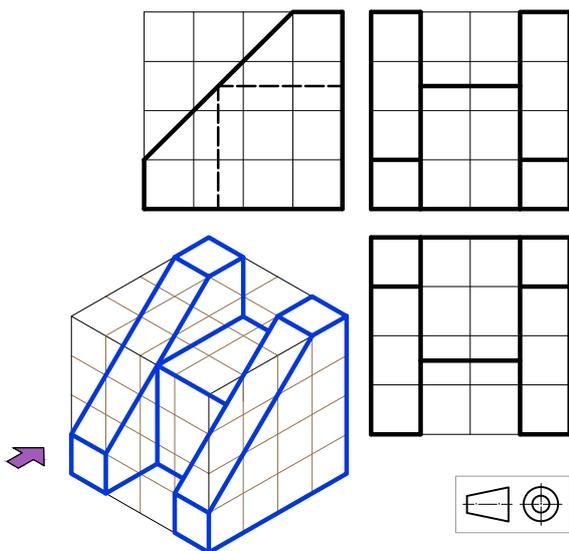
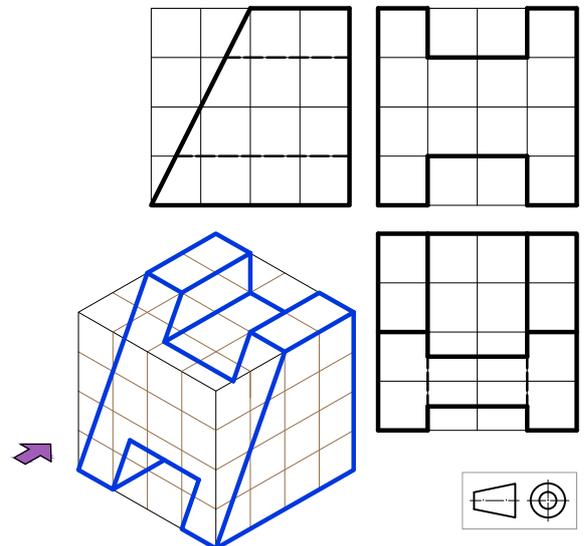
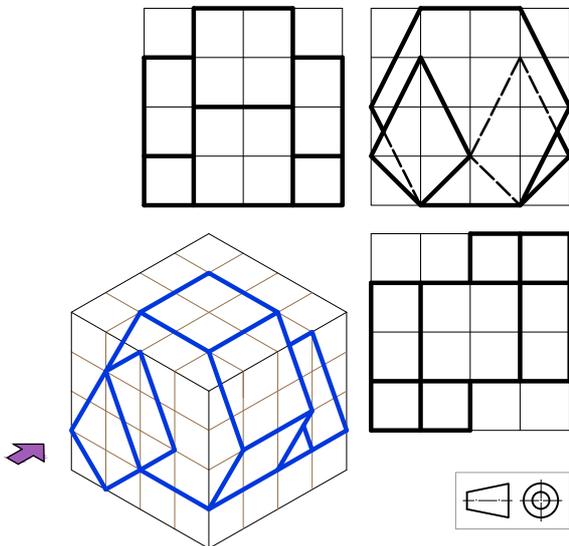
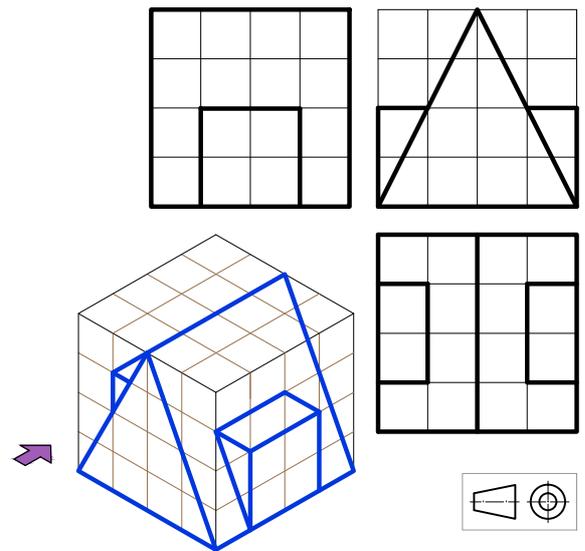
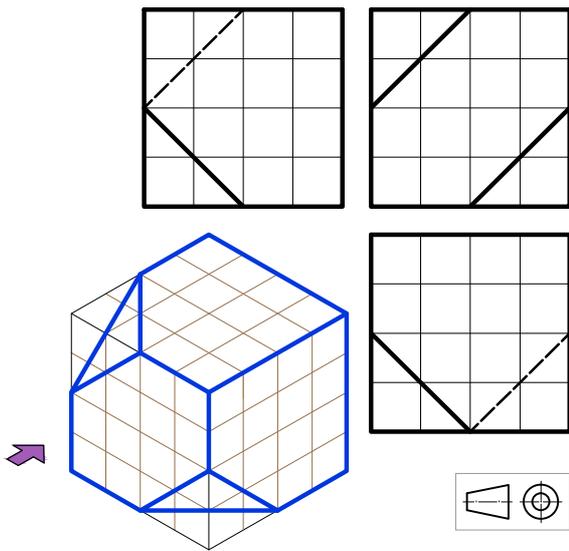
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

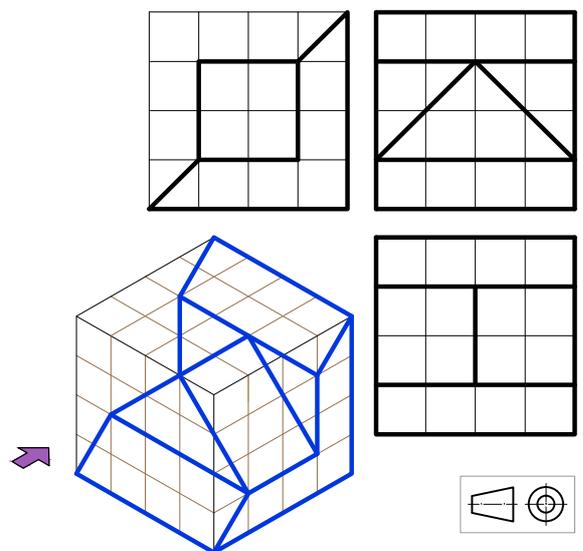
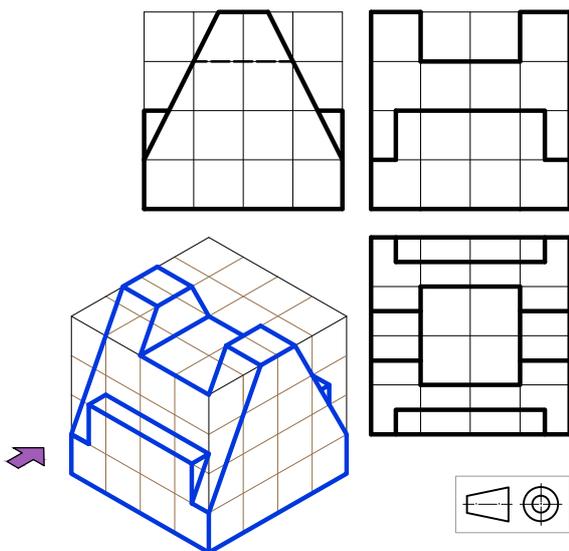
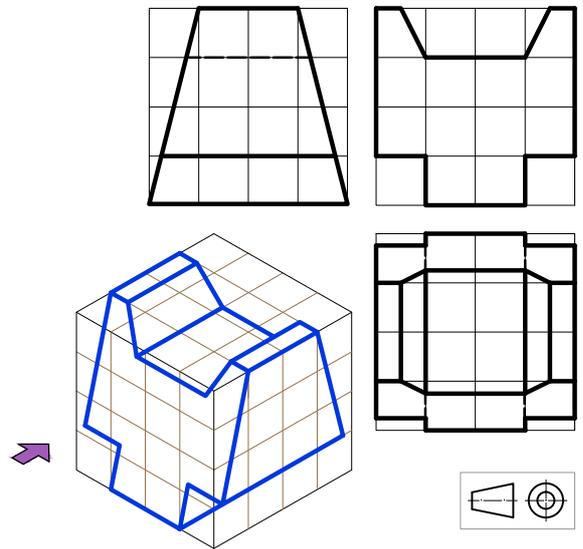
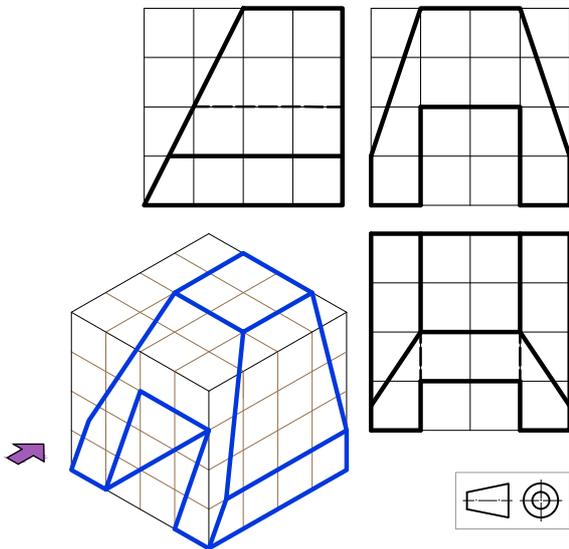
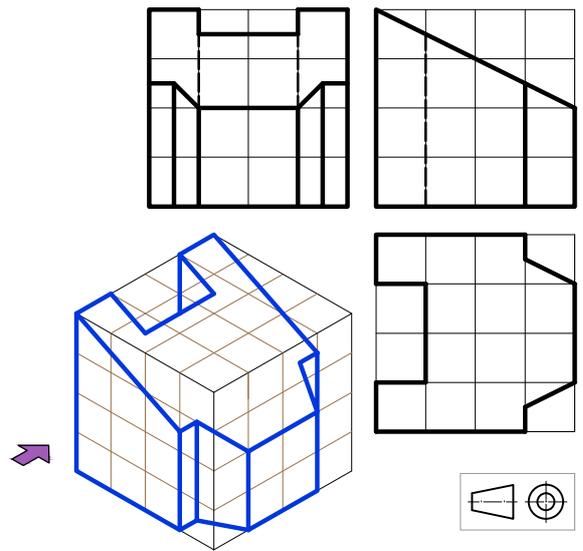
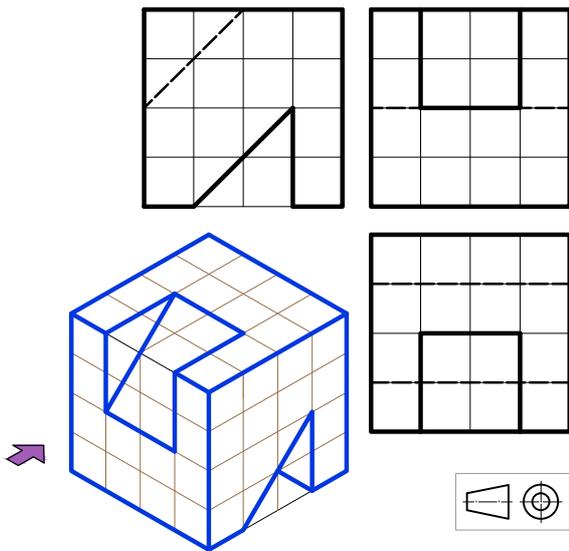
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

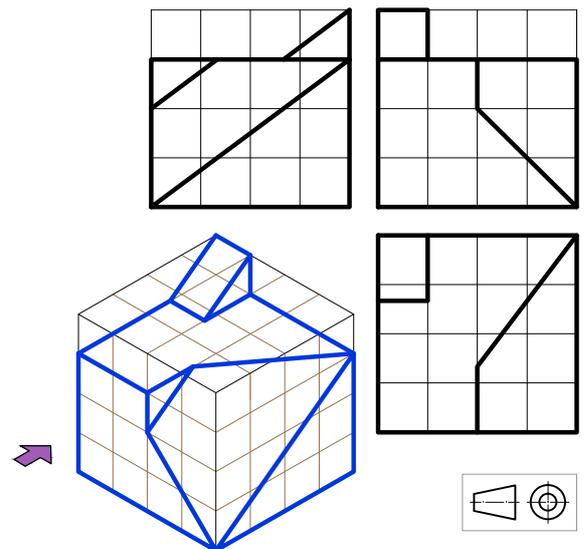
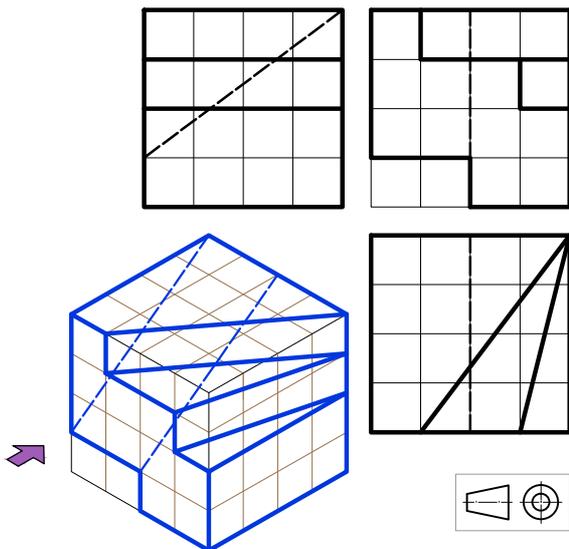
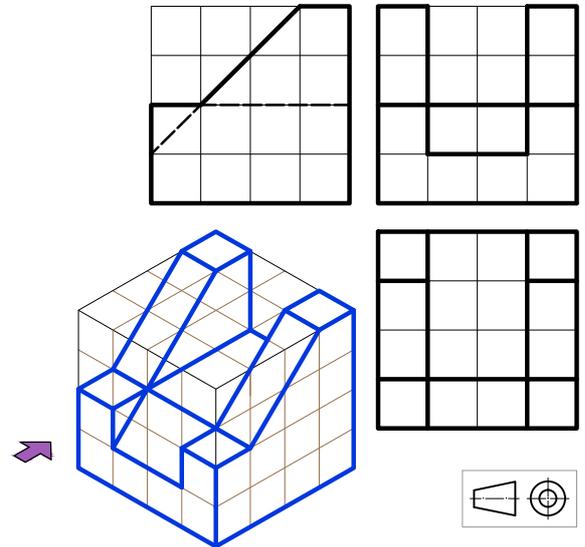
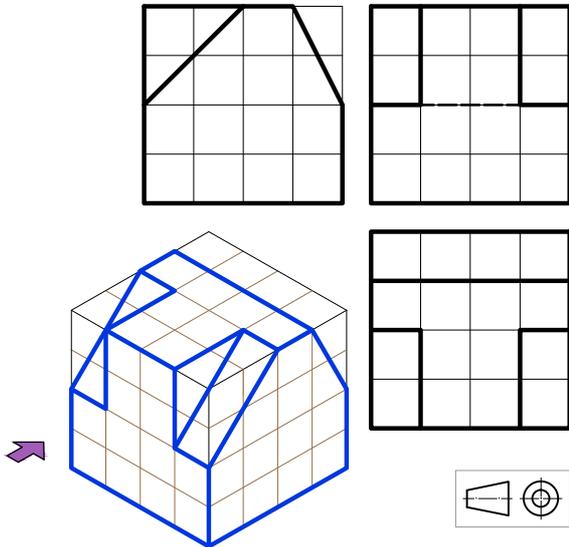
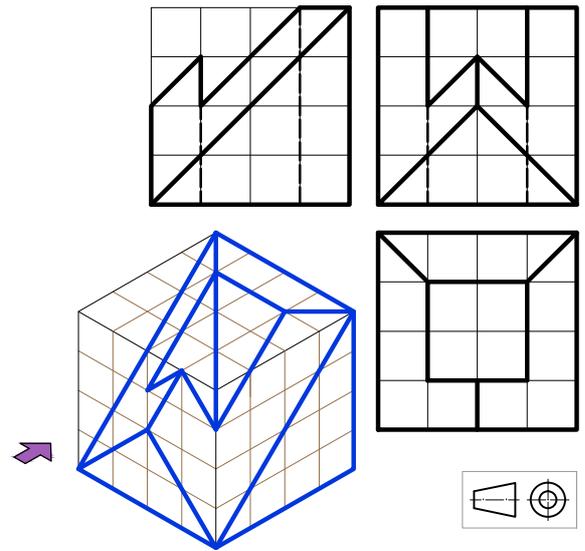
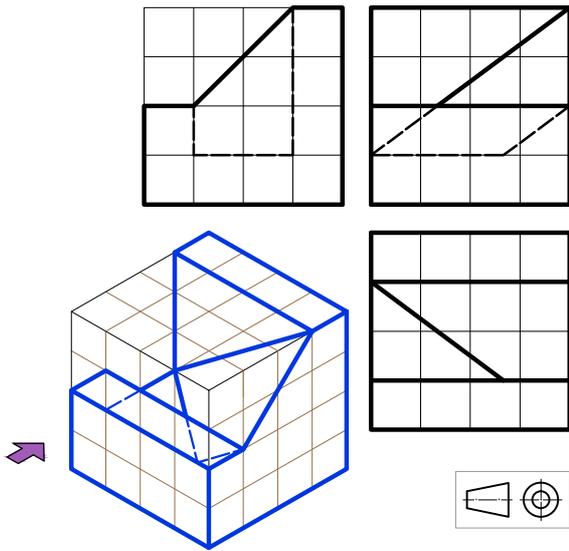
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

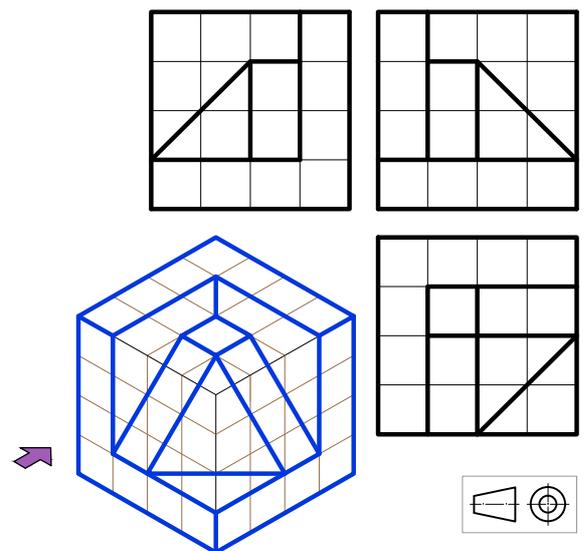
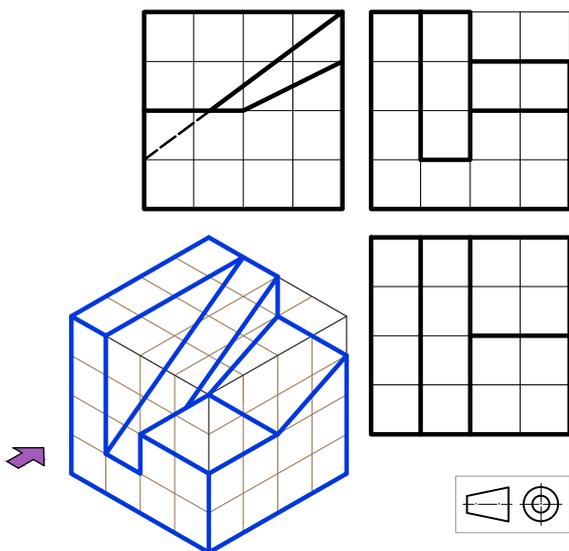
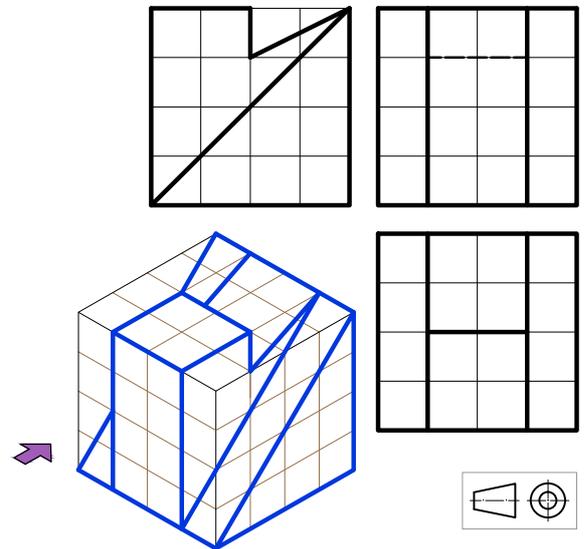
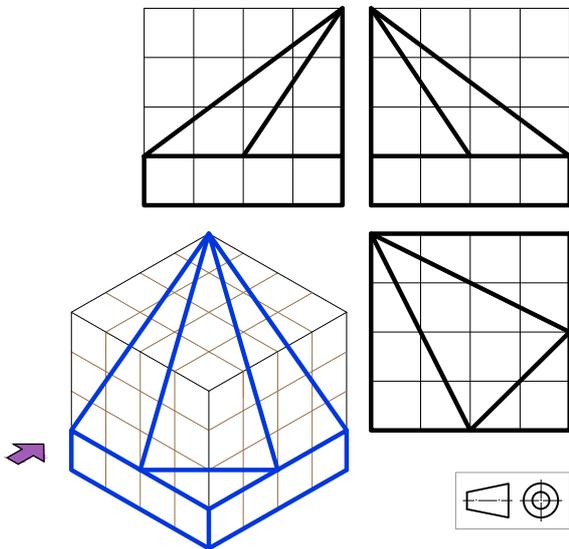
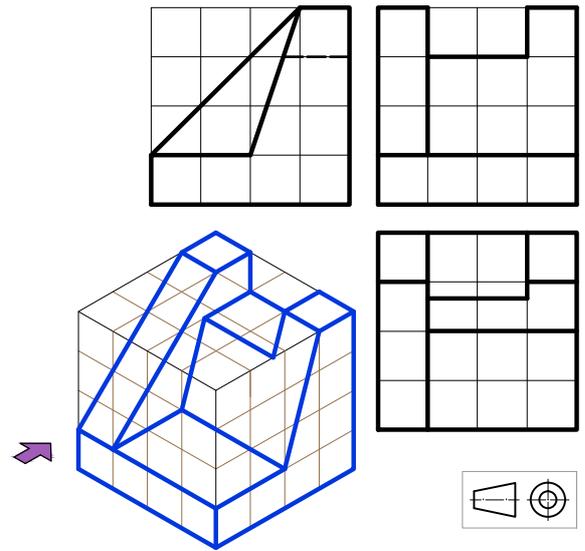
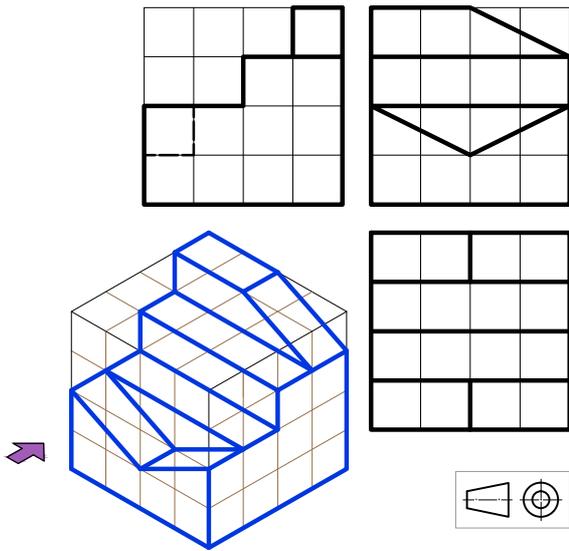
Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar la isometría a partir de las vistas en el Sistema Europeo.

CURSO -

LÁMINA N°



* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				



* Hallar las vistas en el Sistema Europeo de la pieza representada en Isométrico. La dirección de la flecha indica la posición recomendada del alzado anterior.

CURSO -

LÁMINA N°

* Los croquis a mano alzada, con lápiz de dureza media y se repasarán con lápiz de mina más blanda respetándose las recomendaciones de líneas.

Escala:	Fecha:	Nombre:	NOTA:	ASIGNATURA:
Dibujado:				
Comprobado:				