

Curso 2011/12
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS/8
I.S.B.N.: 978-84-15910-01-5

CARLOS CARBONELL CARRERA

**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**

Directores

**MANUEL GONZÁLEZ MARRERO
JOSÉ LUIS SAORÍN PÉREZ**



SOPORTES AUDIOVISUALES E INFORMÁTICOS
Serie Tesis Doctorales

A mi mujer, Loli.

Por su cariño, por su sonrisa eterna.
Porque es la mujer de mi vida.
1963-2009.

A mi padre, José Manuel.

Porque me transmitió seriedad, trabajo y honradez.
Por esa fe que siempre tuvo en sus hijos.
1940-2010.

A mi madre, Pilar.

Porque siempre esta ahí cuando la necesito.
Por su orgullo. Por su fuerza.

A mi hermano, Jose Manuel.

Por ser el mejor hermano mayor que se puede tener.
Por su honestidad. Porque creyó en mí.

A mi hija Victoria.

Porque es el mejor regalo que me podía dejar su madre.
Porque es maravillosa.

23 octubre 2011

Agradecimientos

A Antonio González Marrero y Jose Luis Saorín Pérez

Directores de esta tesis, por acogerme, por enseñarme a investigar, por su atención, su dedicación y su paciencia.

Por los 11200 kilómetros que nos hemos hecho juntos cargados de tests, ilusiones y artículos por escribir. Por los más de 1500 emails que nos hemos mandado. Muchas gracias, compañeros. Estos años de esfuerzo han sido inolvidables. Gracias de verdad.

Al Departamento de Expresión Gráfica en Arquitectura e Ingeniería

*Porque siempre está ahí para respaldar mis iniciativas.
Por ayudarme con las encuestas.*

A Isabel Sánchez Berriel

Por su colaboración desinteresada y fundamental aportación en el desarrollo de la versión digital del Perspective Taking Spatial Orientation Test.

Al equipo de LabHuman

Por abrirme sus puertas.

A Norena Martín

*Por sus consejos y su sensatez. Porque acertó con el Boletín de la AGE.
Por servirme de ejemplo a seguir.*

A Jorge de La Torre

*Por su ayuda incondicional en todo momento con el Taller de Modelado 3D.
Porque, como yo, es del Atleti.*

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1.1 <i>Objetivos</i> | 15 |
| 1.2 <i>Antecedentes</i> | 18 |
| 1.3 <i>Justificación</i> | 20 |
| 1.4 <i>Contribuciones</i> | 21 |
| 1.5 <i>Metodología</i> | 23 |
| 1.6 <i>Temporalización</i> | 26 |
| 1.7 <i>Estructura de la Tesis</i> | 29 |
| 1.8 <i>Proyectos de investigación, artículos, ponencias en congresos, proyectos de innovación docente y difusión de la investigación</i> | 32 |
| 1.8.1. <i>Participación en Proyectos de investigación</i> | 32 |
| 1.8.2. <i>Artículos publicados y aceptados</i> | 32 |
| 1.8.3. <i>Artículos enviados pendientes de evaluación</i> | 33 |
| 1.8.4. <i>Ponencias en Congresos</i> | 34 |
| 1.8.5. <i>Proyectos de innovación educativa</i> | 35 |
| 1.8.6. <i>Difusión de la Investigación</i> | 36 |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES..... | 37 |
| 2.1 <i>Inteligencia y capacidad espacial</i> | 37 |
| 2.2 <i>Componentes de las habilidades espaciales</i> | 39 |
| 2.3 <i>La necesidad del estudio de la orientación espacial</i> | 43 |
| 2.3.1. <i>Tareas relacionadas con la Orientación Espacial</i> | 44 |
| 2.3.2. <i>La orientación espacial y los mapas</i> | 46 |
| 2.4 <i>La Medida de la capacidad espacial: test psicométricos</i> | 48 |
| 2.4.1. <i>Breve reseña histórica</i> | 48 |
| 2.4.2. <i>Los test psicométricos en el contexto de esta tesis para la medida de las habilidades espaciales</i> | 49 |
| 2.4.2.1. <i>Test para la medida de las Relaciones Espaciales: El MRT (Mental Rotation Test)</i> . 53 | |
| 2.4.2.2. <i>Test para la medida de la Visualización Espacial: El D.A.T. SR5 (Differential Attitude Test-Spatial Rotation Subset)</i> | 54 |
| 2.4.2.3. <i>Test para la medida de la Orientación espacial: el Perspective Taking/Spatial Orientation Test</i> | 55 |
| 2.5 <i>La capacidad espacial en la Ingeniería: breve reseña histórica</i> | 56 |
| 2.6 <i>La capacidad espacial en el sistema educativo universitario español para las nuevas titulaciones de Grado en Ingeniería adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior</i> | 59 |
| 2.6.1. <i>El aprendizaje por competencias</i> | 59 |
| 2.6.2. <i>La capacidad espacial como competencia en las nuevas titulaciones de Grado en Ingeniería</i> | 61 |
| 2.6.3. <i>La capacidad espacial en los planes de estudio de las Ingenierías de ámbito marítimo</i> | 65 |
| 2.6.3.1. <i>La capacidad espacial en los títulos de grado en Ingeniería Marina, Ingeniería en Radioelectrónica Naval e Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo de la Universidad de La Laguna</i> | 66 |
| 2.7 <i>Innovación docente para el desarrollo de habilidades espaciales realizada con anterioridad a esta tesis en la Universidad de La Laguna</i> | 70 |
| 2.7.1. <i>Innovación docente en el desarrollo de nuevas herramientas específicas para el desarrollo de habilidades espaciales. Grupo de investigación DEHAES</i> | 73 |
| 2.7.2. <i>Innovación docente en el desarrollo de metodologías y estrategias para el desarrollo de habilidades espaciales con herramientas comerciales existentes e introducidas en el ámbito educativo. Grupo de investigación DEHAES</i> | 76 |
| 2.8 <i>Innovación docente para el desarrollo de habilidades espaciales desarrollada en esta tesis</i> | 80 |
| 2.9 <i>La capacidad espacial y el género</i> | 82 |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA VERSIÓN DIGITAL DEL PERSPECTIVE TAKING SPATIAL ORIENTATION TEST..... | 89 |
| 3.1 Introducción..... | 89 |
| 3.2 El Guilford-Zimmerman Orientation Survey Test y el problema de la disociación de componentes..... | 89 |
| 3.3. El Perspective/Taking Spatial Orientation Test..... | 92 |
| 3.3.1. Antecedentes: el Object Perspective Taking Test..... | 92 |
| 3.3.2. Descripción del Test..... | 94 |
| 3.3.3. La revisión del Object Perspective Taking Test: el Perspective Taking Spatial Orientation Test..... | 96 |
| 3.4. Carencias detectadas en el Perspective Taking Spatial Orientation Test..... | 97 |
| 3.5. Desarrollo e implementación de la versión digital del Perspective Taking Spatial Orientation Test..... | 99 |
| 3.5.1. Diseño..... | 99 |
| 3.5.2. Funcionamiento..... | 101 |
| 3.5.3. Prueba de validación..... | 103 |
| 3.5.3.1. Análisis de datos y resultados..... | 105 |
| 3.6 Discusión y conclusiones..... | 106 |
| CAPÍTULO 4. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA..... | 109 |
| 4.1 Introducción..... | 109 |
| 4.2. Las Tecnologías de Información Geográfica en el contexto de esta tesis..... | 111 |
| 4.3. Virtual Globes..... | 112 |
| 4.3.1. Google Earth..... | 114 |
| 4.3.2. Google Maps..... | 118 |
| 4.3.3. Mapas (aplicación de Apple residente en dispositivos móviles)..... | 119 |
| 4.4. Infraestructuras de datos espaciales..... | 120 |
| 4.4.1. Breve reseña histórica de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE)..... | 122 |
| 4.4.2. Componentes de una IDE..... | 126 |
| 4.5. La Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias. IDECanarias..... | 129 |
| 4.5.1. Catálogo de Servicios..... | 130 |
| 4.5.2. Google Earth (IDECanarias en Google Earth)..... | 131 |
| 4.5.3. Tienda Virtual..... | 131 |
| 4.5.4. Fotos de alta resolución..... | 132 |
| 4.5.5. Mapa..... | 132 |
| 4.5.6. Visor..... | 133 |
| 4.5.7. Estadísticas de uso de la IDECanarias..... | 139 |
| 4.6. Las Tecnologías de Información Geográfica en el ámbito Náutico-Marítimo..... | 142 |
| 4.6.1. INSPIRE y la geoinformación marina, de costa y oceanográfica..... | 143 |
| 4.6.2. Ámbito español..... | 144 |
| 4.6.3. Ámbito Canario..... | 148 |
| CAPÍTULO 5. ENCUESTA USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO..... | 151 |
| 5.1 Introducción..... | 151 |
| 5.1.1. Resultados encuesta bloque de datos genéricos..... | 153 |
| 5.1.2. Resultados encuesta bloque tecnologías de la información y la comunicación (TICs)..... | 155 |
| 5.1.2.1 ¿Qué grado de interés tienes por el mundo de la informática, los ordenadores y los avances tecnológicos en general?..... | 155 |
| 5.1.2.2. ¿Qué tecnologías usas de la siguiente lista: ordenadores de sobremesa o portátiles, Tablet-PC, Ipad Touch, Ipad, Internet, GPS, Otros, Ninguna?..... | 157 |
| 5.1.2.3. ¿Utilizas el ordenador para: estudiar, trabajar, entretenimiento, no lo uso, otros usos?..... | 159 |

| | |
|---|------------|
| 5.1.2.4. ¿Qué tipo de material didáctico prefieres: papel, presentaciones en power point o PDF? | 160 |
| 5.1.3. Resultados encuesta bloque tecnologías de la información geográfica (TIGs). | 161 |
| 5.1.3.1. Frecuencia de uso: resultados agrupados en titulaciones relacionadas con el ámbito náutico marítimo y resto de titulaciones. | 162 |
| 5.1.3.2. Uso de tecnologías de información geográfica: resultados agrupados en titulaciones relacionadas con el ámbito náutico marítimo y resto de titulaciones. | 163 |
| 5.1.3.3. Frecuencia de uso: resultados por titulaciones..... | 165 |
| 5.1.3.4. Uso de tecnologías de información geográfica: resultados por titulaciones..... | 169 |
| CAPÍTULO 6. ENSAYOS EXPERIMENTALES: DESCRIPCIÓN | 173 |
| 6.1. <i>Introducción</i> | 173 |
| 6.2. <i>Metodología</i> | 174 |
| 6.2.1. Diseño del Taller | 174 |
| 6.2.2. Medida de la ganancia en habilidades espaciales | 176 |
| 6.2.3 El grupo de control en los ensayos experimentales..... | 177 |
| 6.2.3.1 La necesidad de un grupo de control para la componente de orientación espacial. | 179 |
| 6.2.4. Medida de la Usabilidad | 181 |
| 6.3 <i>Taller I.D.E.</i> | 184 |
| 6.3.1. <i>Introducción</i> | 184 |
| 6.3.2. <i>Instrucción</i> | 184 |
| 6.4. <i>Taller tablet-TIG.</i> | 187 |
| 6.4.1. <i>Introducción</i> | 187 |
| 6.4.2. Breve reseña histórica de las Tabletas Digitales | 189 |
| 6.4.3. Mobile Learning y Tablet Learning..... | 193 |
| 6.4.3.1. Experiencias Tablet-Learning..... | 194 |
| 6.4.4. Aplicaciones Geoespaciales..... | 196 |
| 6.4.5. <i>Instrucción</i> | 199 |
| 6.5. <i>Taller de Modelado 3D.</i> | 202 |
| 6.5.1. <i>Introducción</i> | 202 |
| 6.5.2. <i>Instrucción</i> | 203 |
| CAPÍTULO 7. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES. EXPERIENCIAS CON TITULACIONES AJENAS AL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO. | 207 |
| 7.1. <i>Introducción</i> | 207 |
| 7.2. <i>Taller I.D.E.</i> | 208 |
| 7.2.1. <i>Objetivos</i> | 208 |
| 7.2.2. <i>Hipótesis de trabajo</i> | 208 |
| 7.2.3. <i>Metodología</i> | 208 |
| 7.2.4. <i>Análisis de datos y resultados</i> | 210 |
| 7.2.4.1. Comparación con resultados obtenidos en cursos de mejora de habilidades espaciales anteriores. | 212 |
| 7.2.5. <i>Medida de la Usabilidad</i> | 215 |
| 7.2.5.1 <i>Resultados de Usabilidad del Taller IDE.</i> | 216 |
| 7.2.5.2 <i>Resultados de Usabilidad del Geoportal de Infraestructura de Datos Espaciales..</i> 219 | |
| 7.2.5.3. <i>Conclusiones del estudio de usabilidad</i> | 221 |
| 7.3. <i>Taller tablet-TIG.</i> | 223 |
| 7.3.1. <i>Objetivos</i> | 223 |
| 7.3.2. <i>Hipótesis de trabajo</i> | 223 |
| 7.3.3. <i>Metodología</i> | 224 |
| 7.3.4 <i>Análisis de datos y resultados</i> | 225 |
| 7.3.4.1 <i>Medida de las componentes de relaciones espaciales y visualización espacial</i> | 227 |
| 7.3.5 <i>Resultados de Usabilidad del taller Tablet-TIG.</i> | 228 |
| 7.3.5.1 <i>Usabilidad del taller tablet-TIG.</i> | 229 |
| 7.3.5.2. <i>Usabilidad del iPad para la consulta de información georeferenciada</i> | 231 |

| | |
|---|------------|
| 7.3.5.3. Usabilidad del los geoportales bajo soporte iPad (geoApps)..... | 234 |
| CAPÍTULO 8. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES. EXPERIENCIAS CON TITULACIONES DEL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO. | 237 |
| 8.1. <i>Introducción</i> | 237 |
| 8.2. <i>Taller IDE</i> | 237 |
| 8.2.1. <i>Objetivos</i> | 238 |
| 8.2.2. <i>Hipótesis de trabajo</i> | 238 |
| 8.2.3. <i>Metodología</i> | 239 |
| 8.2.4. <i>Análisis de datos y resultados</i> | 240 |
| 8.2.4.1. <i>Comparación con resultados obtenidos en el taller IDE realizado entre titulaciones ajenas al ámbito náutico-marítimo.</i> | 242 |
| 8.2.5. <i>Resultados de usabilidad</i> | 244 |
| 8.2.5.1. <i>Resultados de usabilidad del taller IDE</i> | 244 |
| 8.2.5.2. <i>Resultados de Usabilidad del Geoportal de Infraestructura de Datos Espaciales..</i> 246 | |
| 8.2.6. <i>Cuestionario sobre las Infraestructuras de Datos Espaciales relacionadas con el ámbito náutico-marítimo</i> | 248 |
| 8.2.7. <i>Comparación con los resultados de usabilidad recogidos entre estudiantes de titulaciones ajenas al ámbito náutico-marítimo</i> | 249 |
| 8.3. <i>Taller Tablet-TIG</i> | 251 |
| 8.3.1. <i>Objetivos</i> | 251 |
| 8.3.2. <i>Hipótesis de trabajo</i> | 251 |
| 8.3.3. <i>Metodología</i> | 251 |
| 8.3.4. <i>Análisis de datos y resultados</i> | 252 |
| 8.3.4.1. <i>Comparación con resultados obtenidos en el taller IDE realizado entre titulaciones ajenas al ámbito náutico-marítimo.</i> | 253 |
| 8.3.5. <i>Resultados de usabilidad del taller tablet-TIG.</i> | 254 |
| 8.3.5.1. <i>Usabilidad del taller tablet-TIG</i> | 254 |
| 8.3.5.2. <i>Usabilidad del iPad para la consulta de información georeferenciada</i> | 255 |
| 8.3.5.3. <i>Usabilidad de los geoportales bajo soporte iPad. (geoApps)</i> | 257 |
| 8.3.6. <i>Comparación con los resultados de usabilidad recogidos entre estudiantes de titulaciones ajenas al ámbito náutico-marítimo</i> | 259 |
| 8.4. <i>Taller de Modelado 3D</i> | 261 |
| 8.4.1. <i>Metodología</i> | 263 |
| 8.4.2. <i>Análisis de los datos y resultados</i> | 264 |
| 8.4.3. <i>Análisis de usabilidad del taller de modelado 3D</i> | 266 |
| CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS | 269 |
| 9.1. <i>Conclusiones tras la consecución de objetivos</i> | 270 |
| 9.1.1. <i>Conclusiones sobre la Orientación Espacial en el entorno universitario</i> | 270 |
| 9.1.2. <i>Conclusiones sobre la herramienta de medida de la orientación espacial</i> | 270 |
| 9.1.3. <i>Conclusiones sobre las Tecnologías de Información Geográfica en el entorno universitario</i> | 271 |
| 9.1.4. <i>Conclusiones sobre las Herramientas de innovación docente para el desarrollo de habilidades espaciales (orientación espacial) en el ámbito de la Ingeniería Marítima.</i> | 272 |
| 9.1.4.1. <i>Taller IDE</i> | 272 |
| 9.1.4.2. <i>Taller Tablet-TIG</i> | 273 |
| 9.1.4.3. <i>Taller de Modelado 3D</i> | 275 |
| 9.2. <i>Futuros trabajos</i> | 276 |

| | |
|---|------------|
| Referencias..... | 279 |
| ANEXOS..... | 295 |
| <i>ANEXO 1: Perspective Taking Spatial Orientation Test</i> | <i>297</i> |
| <i>ANEXO 2: Funcionamiento de la IDECanarias en iPad.....</i> | <i>327</i> |
| <i>ANEXO 3: Encuesta uso de tecnologías entre alumnos universitarios de nuevo ingreso...329</i> | <i>329</i> |
| <i>ANEXO 4: Encuesta alumnos grados ingeniería ámbito náutico-marítimo</i> | <i>335</i> |
| <i>ANEXO 5: Encuesta POST-taller IDE.....</i> | <i>345</i> |
| <i>ANEXO 6: ENCUESTA POST-Taller Tablet-TIG.....</i> | <i>347</i> |
| <i>ANEXO 7: Encuesta POST-taller modelado 3D</i> | <i>355</i> |

Índice de Figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Difusión de la investigación..... | 36 |
| Figura 2. Aptitud, habilidad y capacidad espacial..... | 38 |
| Figura 3. Ejemplo ítem Mental Rotation Test (M.R.T.)..... | 54 |
| Figura 4. Ejemplo ítem Differential Attitude Test-Spatial Rotation Subset (DAT-SR5) | 55 |
| Figura 5. Ejemplo ítem Perspective Taking-Spatial Rotation Test | 56 |
| Figura 6. Proceso de construcción de un sólido mediante e-CIGRO. Fuente: Saorín, 2006..... | 73 |
| Figura 7. Construyendo con bloques | 74 |
| Figura 8. Visualization | 74 |
| Figura 9. AR-DEHAES aplicación de Realidad Aumentada. Fuente: Martín, 2010. | 75 |
| Figura 10. Diedro-3D. Escenas paso a paso y proyecciones ortogonales. Fuente: Martín, et.al., 2010..... | 75 |
| Figura 11. Ejemplo de aplicación web para la mejora de las habilidades espaciales. Fuente: Saorín, 2006. | 77 |
| Figura 12. Ejemplo de ejercicio con Google SketcUp | 78 |
| Figura 13. Tetris Arena. Classic Mode, Tetris Revolution. Revolution mode, Tetris Block 3D. Mega Tris Mode, Tetris Block 3D. Tetris 3D Mode. Fuente: Martín, 2010..... | 78 |
| Figura 14. Ejemplo de ejercicio con Google SketcUp | 79 |
| Figura 15. Ejemplo Guilford-Zimmerman Orientation Survey Test. Fuente: Kyritsis & Gulliver, 2009.... | 90 |
| Figura 16. Ejemplo de un ítem del Object Perspective Taking Test. Fuente: Hegarty & Waller, 2004. | 95 |
| Figura 17. Reproducciones de ítems del test en versión analógica realizados por los participantes en el ensayo. | 99 |
| Figura 18. Interface de la versión digital. Introducción datos usuario | 101 |
| Figura 19. Interface de la versión digital. Selección de la respuesta..... | 102 |
| Figura 20. Prueba de validación realizando el test en su versión digital (a) y analógica (b) | 104 |
| Figura 20.1. Resultados de la prueba de validación | 105 |
| Figura 21. Google earth en dispositivos móviles. Android (a) e Iphone / Ipad (b)..... | 115 |
| Figura 22. Imagen de Stret View: acceso a la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna..... | 116 |
| Figura 23. Interface de Google earth con la capa Edificios 3D activada. | 117 |
| Figura 24. Interface de Google Maps bajo tres opciones de visualización: mapa, satélite y Earth..... | 119 |
| Figura 25. Interface de Aplicación Mapas de Apple en Ipad. Modo satélite. | 120 |
| Figura 26. Interface de Aplicación Mapas de Apple en iPad. Modo satélite. | 126 |
| Figura 27. IDECanarias. | 130 |
| Figura 28. Área de Visualización de IDECanarias en modo ortofoto | 134 |
| Figura 29. Área de Visualización simultánea de IDECanarias en modo mapa topográfico 1:1000 y ortofoto. | 134 |
| Figura 30. Panel de contenidos del Visor..... | 135 |
| Figura 31. Panel de leyenda..... | 136 |
| Figura 32. Solicitud de Información..... | 132 |
| Figura 33. Enlace a la vista actual | 132 |
| Figura 34. Cálculo y dibujo de un perfil longitudinal del terreno. | 138 |
| Figura 35. Evolución mensual del número de peticiones WMS. Fuente: Gobierno de Canarias. | 140 |
| Figura 36. Evolución anual del número de peticiones WMS. Fuente: Gobierno de Canarias. | 141 |
| Figura 37. Grupos de Interés de IDECanarias. Fuente: Gobierno de Canarias. | 142 |
| Figura 38. Interface del visor del Instituto español de oceanografía..... | 145 |
| Figura 39. Panel de contenidos del Visor..... | 147 |
| Figura 40. Interface del Repositorio de Datos Marinos de Canarias..... | 149 |
| Figura 41. Panel de contenidos del Repositorio de Datos Marinos de Canarias..... | 149 |
| Figura 42: Uso de ordenador | 159 |
| Figura 43: Preferencia material didáctico..... | 160 |
| Figura 44. Frecuencia de uso de google earth..... | 165 |
| Figura 45. Frecuencia de uso de google maps..... | 166 |
| Figura 46. Frecuencia de uso de aplicación Mapas..... | 167 |
| Figura 47. Frecuencia de uso de IDE | 168 |
| Figura 48. Uso de google earth..... | 169 |
| Figura 49. Uso de google maps | 170 |
| Figura 50. Uso de aplicación Mapas | 171 |
| Figura 51. Uso de IDE en titulaciones ámbito náutico-marítimo..... | 172 |

| | |
|---|-----|
| Figura 52. Habilidades espaciales y test psicométricos..... | 176 |
| Figura 53. Grupo de Control Orientación Espacial..... | 179 |
| Figura 54. Dynabook..... | 189 |
| Figura 55. Apple MessagePad (Newton)..... | 190 |
| Figura 56. Tablet PC..... | 191 |
| Figura 57. Asus Eee PC..... | 191 |
| Figura 58. Galaxy Tab (Samsung) e iPad (Apple)..... | 193 |
| Figura 60. Taller en el aula de Expresión Gráfica..... | 209 |
| Figura 61. Usabilidad..... | 215 |
| Figura 62. Taller Tablet-TIG celebrado en la Haute Ecole Charlemagne..... | 225 |
| Figura 63. Usabilidad tablet-TIG..... | 228 |
| Figura 64. Taller modelado 3D..... | 263 |

Índice de Tablas

| | |
|---|-------|
| Tabla 1. Cronología actividades desarrolladas | 26-28 |
| Tabla 2. Subcomponentes de la capacidad espacial | 42 |
| Tabla 3. Cronología de la investigación en habilidades espaciales. Fuente: Mohler, 2008. | 48 |
| Tabla 4. Test de relaciones espaciales. Fuente: Saorín, 2006 y Martín, 2010..... | 50 |
| Tabla 5. Test de visualización espacial. Fuente: Martín, 2010..... | 51 |
| Tabla 6. Test de orientación espacial..... | 52 |
| Tabla 7. Subcomponentes de la capacidad espacial e instrumentos de medida | 53 |
| Tabla 7.1. Competencias relacionadas con la capacidad de visión espacial | 61 |
| Tabla 8. Cursos de corta duración con herramientas desarrolladas específicamente..... | 76 |
| Tabla 9. Cursos de corta duración con herramientas existentes | 80 |
| Tabla 10. Talleres realizados en el curso de esta Tesis..... | 82 |
| Tabla 11. Orientación espacial por género en diferentes entornos. Fuente: Coluccia & Louse, 2004..... | 85 |
| Tabla 12. Orientación espacial en función de tareas básicas relacionadas con la orientación..... | 86 |
| Tabla 13. Resultados de la prueba de validación..... | 104 |
| Tabla 14. Resultados encuesta bloque de datos genéricos | 153 |
| Tabla 15. Resultados encuesta bloque de datos genéricos | 155 |
| Tabla 16. Resultados encuesta bloque tecnologías..... | 155 |
| Tabla 17. Resultados encuesta bloque tecnologías en alumnos ámbito marítimo..... | 156 |
| Tabla 18. Resultados encuesta bloque tecnologías-uso..... | 157 |
| Tabla 19. Resultados encuesta bloque tecnologías-uso en alumnos ámbito marítimo..... | 158 |
| Tabla 20. Frecuencia uso TIGs..... | 162 |
| Tabla 21. Frecuencia uso TIGs ámbito marítimo | 162 |
| Tabla 22. Uso de TIGs..... | 163 |
| Tabla 23. Uso TIGs ámbito marítimo..... | 165 |
| Tabla 24. Tabla del tamaño muestral mínimo necesario en los talleres | 175 |
| Tabla 25. Grupos de Control para relaciones espaciales y visión espacial..... | 178 |
| Tabla 26. Resultados Grupo de Control Perspective-Taking Spatial Orientation Test..... | 180 |
| Tabla 27. Nivel de significación Grupo de Control Perspective-Taking Spatial Orientation Test..... | 180 |
| Tabla 28. Planificación del Taller..... | 184 |
| Tabla 29. Aplicaciones Geoespaciales para Ipad..... | 198 |
| Tabla 30. Planificación del Taller..... | 199 |
| Tabla 31. Taller modelado 3D..... | 204 |
| Tabla 32. Actividades y materiales taller modelado 3D..... | 205 |
| Tabla 33. Distribución de tiempos del taller modelado 3D..... | 206 |
| Tabla 34. Cronograma Talleres | 207 |
| Tabla 35. Participantes Taller IDE..... | 209 |
| Tabla 36. Resultados pre y post taller..... | 210 |
| Tabla 37. Nivel de significación del Taller | 211 |
| Tabla 38. Ganancias por género | 212 |
| Tabla 39. Comparación de resultados con experiencias previas en relaciones espaciales y visualización espacial..... | 213 |
| Tabla 40. Comparación de resultados del perspective taking spatial orientation test..... | 214 |
| Tabla 41. Cuestionario medida de la usabilidad del Taller IDE..... | 216 |
| Tabla 42. Medida de la usabilidad del taller: eficacia | 217 |
| Tabla 43. Medida de la usabilidad del taller: eficiencia..... | 217 |
| Tabla 44. Medida de la usabilidad del taller: satisfacción..... | 218 |
| Tabla 45. Cuestionario medida de la usabilidad IDECanarias | 219 |
| Tabla 46. Medida de la usabilidad de la IDECanarias. Eficacia | 220 |
| Tabla 47. Medida de la usabilidad de la IDECanarias. Eficiencia | 220 |
| Tabla 48. Medida de la usabilidad de la IDECanarias. Satisfacción..... | 221 |
| Tabla 49. Cronograma Talleres tablet-TIG | 224 |
| Tabla 50. Resultados pre y post taller..... | 226 |
| Tabla 51. Nivel de significación..... | 226 |
| Tabla 52. Resultados taller tablet tig en MRT y DAT-SR5 | 228 |
| Tabla 53. Eficacia Taller | 229 |
| Tabla 54. Eficiencia Taller..... | 230 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 55. Satisfacción Taller | 230 |
| Tabla 56. Eficacia Taller | 231 |
| Tabla 57. Eficiencia iPad | 232 |
| Tabla 58. Satisfacción iPad | 233 |
| Tabla 59. Eficacia geoApps | 234 |
| Tabla 60. Eficiencia geoApps | 235 |
| Tabla 61. Satisfacción geoApps | 236 |
| Tabla 62. Cronograma Talleres | 237 |
| Tabla 63. Participantes Taller IDE | 239 |
| Tabla 64. Resultados pre y post taller | 240 |
| Tabla 65. Nivel de significación del Taller | 241 |
| Tabla 66. Ganancias por género | 242 |
| Tabla 67. Comparativa resultados taller IDE | 242 |
| Tabla 68. Comparativa ganancias por género | 243 |
| Tabla 69. Medida de la usabilidad del taller: eficacia | 244 |
| Tabla 70. Medida de la usabilidad del taller: eficiencia | 245 |
| Tabla 71. Medida de la usabilidad del taller: satisfacción | 245 |
| Tabla 72. Medida de la usabilidad de la IDECanarias. Eficacia | 246 |
| Tabla 73. Medida de la usabilidad de la IDECanarias. Eficiencia | 247 |
| Tabla 74. Medida de la usabilidad de la IDECanarias. Satisfacción | 247 |
| Tabla 75. Encuesta de opinión IDEs relacionadas con el ámbito náutico-marítimo | 248 |
| Tabla 76. Comparativa resultados usabilidad | 249 |
| Tabla 77. Resultados pre y post taller | 252 |
| Tabla 78. Nivel de significación | 253 |
| Tabla 79. Resultados pre y post taller | 253 |
| Tabla 80. Medida de la usabilidad del taller: eficacia | 255 |
| Tabla 81. Medida de la usabilidad del taller: eficiencia | 254 |
| Tabla 82. Medida de la usabilidad del taller: satisfacción | 255 |
| Tabla 83. Medida de la usabilidad del taller: eficacia | 255 |
| Tabla 84. Medida de la usabilidad del taller: eficiencia | 256 |
| Tabla 85. Medida de la usabilidad del taller: satisfacción | 257 |
| Tabla 86. Eficacia geoApps | 257 |
| Tabla 87. Eficiencia geoApps | 258 |
| Tabla 88. Satisfacción geoApps | 258 |
| Tabla 89. Comparación resultados usabilidad | 259 |
| Tabla 90. Cuestionario modelado 3D | 262 |
| Tabla 91. Puntuaciones medias y ganancias en habilidades espaciales | 265 |
| Tabla 92. Nivel de significación | 265 |
| Tabla 93. Eficacia taller modelado 3D | 266 |
| Tabla 94. Eficiencia taller modelado 3D | 266 |
| Tabla 95. Taller modelado 3D | 267 |

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivos

Esta tesis doctoral continua la línea de investigación sobre desarrollo de habilidades espaciales llevada a cabo por el grupo de investigación DEHAES de la Universidad de La Laguna, en colaboración con la Universidad Politécnica de Valencia, que ha dado lugar a las siguientes tesis doctorales:

- 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.
- 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 José Luis Saorín.
- 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 José Luis Saorín.

El objetivo de estos estudios 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.

Como resultado de esta investigación se han ido incorporando en la docencia de la asignatura de Expresión Gráfica nuevas herramientas y materiales didácticos

consistentes en talleres, cursos formativos y contenidos didácticos, innovaciones con muy buena acogida por parte del alumnado.

La aparición de nuevas aplicaciones y soportes con posterioridad al desarrollo de estas tesis doctorales (2006-2010), así como el estudio de una componente (orientación espacial) no contemplada con anterioridad, ha dado lugar a esa tesis.

En este contexto, la investigación que se desarrolla en los siguientes capítulos propone como **objetivos generales**:

1. Estudiar la componente de orientación espacial como competencia a desarrollar en los Grados de ingeniería.
 - a. Análisis de las habilidades espaciales y sus componentes.
 - b. Estudio del tratamiento de la información georeferenciada en ingeniería y su relación con las habilidades espaciales
 - c. Revisión bibliográfica sobre la orientación espacial
 - d. Competencias asociadas a la orientación espacial
 - e. Seleccionar un instrumento de medida de la orientación espacial
 - f. Realización de una aplicación digital para la medición de la orientación espacial.

2. Análisis de tecnologías y soportes avanzados que puedan contribuir al desarrollo de las habilidades espaciales (orientación espacial).
 - a. Estudios de tecnologías asociadas al tratamiento de información georeferenciada: tecnologías de información geográfica (TIGs)
 - b. Análisis de nuevos soportes: dispositivos móviles de gran formato (Tablets)
 - c. Modelado 3D.

3. Proponer estas tecnologías y soportes en forma de Talleres para alumnos de ingeniería que permitan la adquisición y el desarrollo competencias relacionadas con las habilidades espaciales.
 - a. Encuesta uso de tecnologías para alumnos ingeniería
 - b. Encuesta uso de tecnologías para alumnos de estudios de ingeniería relacionados con el ámbito náutico-marítimo.

4. Pruebas piloto de dichos talleres.
 - a. Medición habilidades espaciales
 - b. Medición usabilidad

Como **objetivos específicos**

5. Recopilar las competencias relacionadas con las habilidades espaciales contempladas en las memorias de verificación de los Grados en el ámbito de las Ingenierías Naval, Marina, Náutica y Radioelectrónica Naval adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior.
6. Recopilar información sobre la medida de una componente de la habilidad espacial que hasta el momento no había sido analizada en los trabajos mencionados: la orientación espacial
7. Medir el impacto que las herramientas desarrolladas en esta tesis tienen sobre la capacidad de visión espacial de los alumnos de Ingeniería.
8. Medir la usabilidad para la docencia de los Talleres, contenidos y soportes.
9. Valorar, en función de los resultados obtenidos, la incorporación de estos talleres como herramientas de innovación docente para la adquisición de competencias espaciales (orientación espacial) en el ámbito de la Ingeniería Marítima.

1.2 Antecedentes

En la línea de investigación iniciada en el año 2003 se han analizado, a través de diversos talleres, las componentes de las habilidades espaciales relacionadas con la visión espacial y la rotación mental, buscando una solución a las dificultades que los alumnos presentaban en torno a la visualización tridimensional de piezas y figuras y la elaboración de vistas normalizadas.

Por su relación con esta tesis, se enumeran los trabajos desarrollados en esta línea de investigación, trabajos que han dado lugar a diversas publicaciones en revistas científicas y comunicaciones a congresos:

- Revisión del marco teórico sobre el estado del arte de las habilidades espaciales y su relación con la ingeniería, obteniendo numerosas referencias que relacionan la profesión de ingeniero con estas habilidades.
- Búsqueda y recuperación de Información sobre la medida de las habilidades espaciales, seleccionando dos test de medida: el Test de Rotación Mental (MTR) (Vanderberg & Kuse, 1978) y el Test de Aptitudes Diferenciales (DAT-SR) (Bennet, Seashore, & Wesman, 2000).
- Estudio de campo sobre las habilidades espaciales de los alumnos de primer curso de titulaciones técnicas de la Universidad de La Laguna (curso 2004-2005), a quienes se les impartieron unos cursos de mejora de las habilidades espaciales consistentes en ejercicios en papel, recursos web on-line y una aplicación de bocetado por ordenador desarrollada por el grupo de investigación Regeo (<http://www.regeo.uji.es/>).
- Estudio piloto (curso 2006-2007) consistente en la realización de un curso de mejora de las habilidades espaciales basado en el modelado tridimensional con el objeto de diseñar un curso intensivo de mejora de habilidades espaciales para los estudiantes a su entrada en la Universidad en forma de “Curso Cero”.

- Realización de cursos de mejora de las habilidades espaciales basados en videojuegos en plataforma PC y Nintendo DS (curso 2007-2008).
- Revisión de contenidos web interactivos sobre dispositivos móviles como herramienta de mejora de las habilidades espaciales y realización de un estudio piloto (curso 2008-2009) utilizando estos contenidos.
- Diseño, implementación y evaluación de una arquitectura sobre dispositivos de pantalla táctil de pequeño formato (Ipod Touch) y realización de estudio piloto (curso 2008-2009).
- Introducción a la Tecnología de Realidad Aumentada
- Realización de cursos de mejora de las habilidades espaciales mediante clases magistrales de sistema diédrico, visualizador Diedro-3D, tecnología de realidad aumentada y ejercicios tradicionales de Expresión Gráfica: estudio comparado (curso 2008-2009).
- Análisis experimentales de usabilidad de las herramientas empleadas.

En todos estos trabajos se han realizado mediciones de las componentes de Visión espacial y Rotación mental de los alumnos participantes antes y después de la realización de las actividades, para constatar a través de métodos de inferencia estadística si, efectivamente, se produce un aumento en la capacidad espacial del alumno en función de dichas componentes.

Como resultado de esta investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El empleo de los test DAT-SR y MRT se ha mostrado como un fiable sistema de medida de las habilidades espaciales a la hora de medir componentes de la habilidad espacial (Visión espacial y Rotación mental)
- Se ponen de manifiesto determinadas variables que afectan a cada una de las componentes de las habilidades espaciales: género y uso de videojuegos. En función de los datos recolectados, las mujeres tienen un nivel medio al entrar en la Universidad menor en rotación espacial que los

hombres. Así mismo, aquellos alumnos usuarios de videojuegos arrojan mejores resultados en los test de Rotación espacial.

- Los estudiantes muestran una clara preferencia por utilizar herramientas basadas en nuevas tecnologías para la adquisición de los contenidos de Expresión Gráfica: el uso de estas tecnologías mejora la atención y motivación del alumno.
- Los cursos intensivos de corta duración (entre 6 y 10 horas) se muestran como un sistema válido y viable para mejorar las habilidades espaciales de los alumnos.

1.3 Justificación

Los trabajos mencionados en los antecedentes de esta tesis estaban centrados en componentes de la habilidad espacial relacionados con la Visión Espacial y la Rotación Mental.

Pero en el ámbito ingenieril, además de la visualización de secciones y caras vistas y ocultas donde se hace uso de estas componentes, es necesario y frecuente el uso de planos e información geográfica, lo que da lugar al estudio de una componente que no había sido analizada con anterioridad: **la orientación espacial**.

En relación a esta variable, la publicación en el Boletín Oficial del Estado de la Orden FOM/956/2008, por la que se aprobó la política de difusión pública de la información geográfica, y su posterior aplicación durante los años 2009-2010 ha propiciado la aparición de las Infraestructuras de Datos Espaciales, gracias a las cuales podemos disponer de un Sistema de Información Geográfica con información actualizada multivariable de acceso libre y gratuito a través de Internet. En el período 2008-2011, además, se ha producido una gran proliferación de Aplicaciones Web Geoespaciales.

A su vez, la explosión definitiva de los Tablets PC en el mercado (año 2010) hace precisa una revisión en torno a la docencia basada en este tipo de recursos, dadas las posibilidades que ofrecen en relación con la obtención, análisis, tratamiento y representación de información georeferenciada.

La implantación definitiva en el último año de nuevas titulaciones de Grado adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior hace preciso un análisis pormenorizado de estas nuevas tecnologías y sus aplicaciones para la docencia de asignaturas en las que estén contempladas competencias relacionadas con la capacidad de visión espacial, considerando la componente de orientación espacial.

Los estudios citados a los que se pretende dar continuidad con esta tesis se centraron en alumnos de Ingeniería Técnica de Obras Públicas, Ingeniería Industrial e Ingeniería de la Edificación. Este trabajo incorpora alumnos de los Grados de Ingeniería Agrícola y del Medio Rural, Geografía y Ordenación del Territorio y Grado en Ingeniería Radioelectrónica, Ingeniería Marina e Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo.

1.4 Contribuciones

En el marco de la línea de investigación desarrollada en esta tesis, se aportan las siguientes contribuciones originales:

- **Revisión bibliográfica** de la componente de la habilidad espacial relacionada con el uso de planos y mapas: la **orientación espacial**, así como de las herramientas (test) para su medición.
- **Primera medición de la orientación espacial en el entorno educativo universitario español.** Se realizan mediciones de la orientación espacial

con alumnos de la Universidad de La Laguna, aportando datos recogidos de una experiencia internacional en la Universidad de Lieja (Bélgica)

- **Desarrollo de una aplicación informática** para la medida de la orientación espacial: la versión digital del Perspective Taking Spatial Orientation Test.
- Diseño y realización de **Talleres específicos de mejora de la orientación espacial**:
 - o **Taller IDE: Taller de mejora de la orientación espacial mediante el uso de Tecnologías de Información Geográfica** realizado en diversas Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería y Facultades de la Universidad de La Laguna, incluida la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval.
 - o **Taller Tablet-TIG: Taller de mejora de la orientación espacial mediante el uso de tecnologías de información geográfica con tablet-Pc**, realizado en diversas Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería y Facultades de la Universidad de La Laguna, incluida la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval.
- Medida de la mejora de las habilidades espaciales con un **Taller de Modelado 3D** realizado con alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval.
- **Recopilación de datos** entre los alumnos de primer curso de los grados en Ingeniería de la Universidad de La Laguna sobre el uso de las Tecnologías de Información Geográfica.
- **Recopilación de datos** entre los alumnos de diversas escuelas de Ingeniería donde se imparten estudios de Grado relacionados con el ámbito marítimo: datos relacionados con el uso de nuevas tecnologías de la información y la comunicación, con las nuevas tecnologías de la información geográfica y con parámetros relacionados con el diseño gráfico en entornos tridimensionales.

- **Medida de la usabilidad de las herramientas, contenidos y soportes utilizados**, así como de la **satisfacción** de los alumnos participantes en los Talleres realizados:
 - Medida de eficiencia, eficacia y satisfacción.

1.5 Metodología

La metodología seguida para la realización de esta tesis se desarrolla en las siguientes actividades:

- Revisión bibliográfica y establecimiento del marco teórico de la investigación. En esta actividad se recoge información sobre los antecedentes y estado del arte en torno a la creación de herramientas de innovación docente para la adquisición de competencias espaciales.
 - Marco teórico de la investigación en habilidades espaciales.
 - La Orientación Espacial como componente de las habilidades espaciales: concepto, definición, antecedentes e instrumentos de medida.
 - La capacidad espacial en los nuevos títulos de Grado en Ingeniería Marina, Ingeniería en Radioelectrónica Naval e Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo de la Universidad de La Laguna en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior.
 - La capacidad espacial en otras titulaciones de Grado.
 - Las Infraestructuras de Datos Espaciales en la Docencia Universitaria.
 - Posibilidades de los dispositivos de pantalla táctil de gran formato (Tablet PC) en el desarrollo de habilidades espaciales.

- Diseño de las estrategias y herramientas a llevar a cabo en los estudios experimentales: creación de Talleres de mejora de habilidades espaciales utilizando diferentes aplicaciones informáticas y soportes.
- Diseño de encuestas de recogida de datos de la población que participará en los estudios experimentales (alumnos universitarios). En estas encuestas se recoge información acerca de la frecuencia y uso de nuevas tecnologías por parte del alumnado, centrándose en herramientas que desarrollen sus habilidades espaciales así como en el conocimiento que tengan sobre nuevas plataformas de información territorial y dispositivos de pantalla táctil.
- Ensayos experimentales: se realizan talleres de corta duración en Facultades y Escuelas Técnicas de Ingeniería de la Universidad de La Laguna y una Universidad europea (Haute Ecole Charlemagne, Bélgica).
 - Taller IDE: Mejora de las habilidades espaciales mediante el uso de Infraestructuras de Datos Espaciales.
 - Taller tablet-TIG: Dispositivos de Pantalla táctil como herramienta en la consulta de información geográfica. Desarrollo de habilidades espaciales.
 - Taller Modelado 3D. Mejora de habilidades espaciales a través del empleo de entornos virtuales de modelado tridimensional.
- Medición. Revisión bibliográfica y selección de los test de medida de habilidades espaciales. Creación de una versión digital del Perspective Taking Spatial Orientation Test, en colaboración con el Área de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial del Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación de la Universidad de

La Laguna. Antes y después de cada Taller los alumnos realizarán los test de habilidades espaciales.

- Diseño y desarrollo de análisis de usabilidad de las herramientas, contenidos y soportes utilizados en cada uno de los estudios experimentales en parámetros de eficiencia, eficacia y satisfacción de usuario.
- Recopilación y análisis de los datos a través de técnicas estadísticas.
- Difusión. En el curso de esta tesis, y bajo la supervisión de los directores, se ha generado una producción científica en forma de:
 - artículos enviados a revistas indexadas en el science citation index (JCR) y en expanded journal citation index (E-JCR), así como revistas específicas indexadas en otros índices, pertenecientes a las bases de datos ISI Web of knowledge y Scopus.
 - artículos enviados a congresos científicos de ingeniería y de educación internacionales.
 - ponencias enviadas a congresos científicos de ingeniería y de educación internacionales.
 - ponencias enviadas a Jornadas de Innovación Educativa.
 - difusión de la actividad desarrollada en medios de comunicación.

1.6 Temporalización

| | | DIFUSIÓN CIENTÍFICA | | | | |
|--------|--|--|---|------------------------------|--|--|
| FECHAS | ACTIVIDAD | ARTÍCULOS | CONGRESOS | PROYECTOS INNOVACIÓN DOCENTE | ESTANCIAS | |
| 2009 | MAY-DIC. | PLANIFICACIÓN. OBJETIVOS. | | | | |
| | ENE | REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN. | | | | |
| 2010 | FEB | DISEÑO DE ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTAS PARA LOS ESTUDIOS EXPERIMENTALES: TALLER IDE. | | | | |
| | MAR | TALLER IDE CON ALUMNOS DE LA ETS DE INGENIERÍA AGRARIA. UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. | | | | |
| | ABR | DISEÑO DE ENCUESTAS DE RECOGIDAS DE DATOS EN ENTORNO MOODLE DE LA POBLACIÓN PARTICIPANTE EN LOS ESTUDIOS EXPERIMENTALES. | | | | |
| | MAY | TALLER IDE CON ALUMNOS DE LA FACULTAD DE GEOGRAFÍA. UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. | REDACCIÓN Y ENVÍO DEL ARTÍCULO "INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES: DESARROLLO DE HABILIDADES ESPACIALES EN EL ENTORNO DEL EEES" A LA REVISTA <i>BOLETÍN DE LA A.G.E.</i> | | | |
| | JUN | RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS TALLERES REALIZADOS. ANÁLISIS DE USABILIDAD. | | | | |
| | JUL | | | | | |
| | AGO | | | | | |
| | SEP | DISEÑO DE ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTAS PARA LOS ESTUDIOS EXPERIMENTALES: TALLER TABLET-TIG. | | | SOLICITUD DE PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE (1) EN EL VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. | |
| | OCT | DESARROLLO DE LA VERSIÓN DIGITAL DEL TEST PARA MEDIR LA ORIENTACIÓN ESPACIAL. | | | | |
| | NOV | TALLER TABLET-TIG CON ALUMNOS DE LA E.T.S. DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL. UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. | | | ACEPTACIÓN DE PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE (1) EN EL VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. | TALLER TABLET-TIG EN LA HAUTE ECOLE CHARLEMAGNE (BÉLGICA) CON ALUMNOS DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL. PROGRAMA ERASMUS DE PROFESORADO. PRUEBA VALIDACIÓN VERSIÓN DIGITAL TEST DE ORIENTACIÓN |
| DIC | TALLER TABLET-TIG EN CON ALUMNOS DE LA E.T.S. DE INGENIERÍA AGRARIA. UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. | | | | | |

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

(Continuación):

| | | DIFUSIÓN CIENTÍFICA | | | | |
|--|--|--|---|------------------------------|---|--|
| FECHAS | ACTIVIDAD | ARTÍCULOS | CONGRESOS | PROYECTOS INNOVACIÓN DOCENTE | ESTANCIAS | |
| 2011 | ENE | DISEÑO DE ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTAS PARA LOS ESTUDIOS EXPERIMENTALES: TALLER MODELADO 3D. | | | | |
| | FEB | TALLER MODELADO 3D CON ALUMNOS DE LA E.T.S. DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL. UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. | REDACCIÓN Y ENVÍO DEL ARTÍCULO "ENGINEERS' SPATIAL ORIENTATION ABILITY DEVELOPMENT AT THE EUROPEAN SPACE FOR HIGHER EDUCATION" A LA REVISTA <i>EUROPEAN JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION</i> . | | | |
| | MAR | TALLER TABLET-TIG CON ALUMNOS DE LA FACULTAD DE GEOGRAFÍA. UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. | REDACCIÓN Y ENVÍO DEL ARTÍCULO "SDIs USABILITY FOR UNIVERSITY TEACHING EN THE EUROPEAN HIGHER EDUCATION AREA" A LA REVISTA <i>MAPPING</i> . | | | |
| | ABR | RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS TALLERES REALIZADOS. ANÁLISIS DE USABILIDAD. | ACEPTACIÓN DEL ARTÍCULO "ENGINEERS' SPATIAL ORIENTATION ABILITY DEVELOPMENT AT THE EUROPEAN SPACE FOR HIGHER EDUCATION" EN LA REVISTA <i>EUROPEAN JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION</i> . | | | |
| | | | REDACCIÓN Y ENVÍO DEL ARTÍCULO "TABLETAS DIGITALES PARA LA DOCENCIA DEL DIBUJO, DISEÑO Y ARTES PLÁSTICAS" A LA REVISTA <i>TEORÍA DE LA EDUCACIÓN, EDUCACIÓN Y CULTURA EN LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN</i> . | | | |
| | MAY | TALLER TABLET-TIG EN CON ALUMNOS DE LA E.T.S. DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL. UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. | REDACCIÓN Y ENVÍO DEL ARTÍCULO "3D MODELING FOR COMPETENCES DEVELOPMENT OF NEW DEGREES WITHIN THE FIELD OF MARITIME, NAUTICAL & MARINE ENGINEERINGS" A LA REVISTA <i>JOURNAL OF MARITIME RESEARCH</i> . | | LECTURA DE PONENCIA CORRESPONDIENTE AL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE (1) EN LAS <i>JORNADAS DE INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA UNIVERSITARIA</i> . UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. | |
| SOLICITUD DE PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE (2) EN EL VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. | | | | | | |
| JUN | RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS TALLERES REALIZADOS. ANÁLISIS DE USABILIDAD. | | CONGRESO INTERNACIONAL <i>SPDECE-2011. MULTIDISCIPLINAR Y SYMPOSIUM ON THE DESIGN AND EVALUATION OF DIGITAL CONTENT FOR EDUCATION. 2</i> ARTÍCULOS PUBLICADOS EN EL LIBRO DE ACTAS DEL CONGRESO. PRESENTACIÓN DE 2 PONENCIAS. | | | |

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

(Continuación):

| | | DIFUSIÓN CIENTÍFICA | | | | |
|--------|-----------|--|--|--|-----------|--|
| FECHAS | ACTIVIDAD | ARTÍCULOS | CONGRESOS | PROYECTOS INNOVACIÓN DOCENTE | ESTANCIAS | |
| 2011 | JUL | <p>PRUEBA DE VALIDACIÓN DE LA VERSIÓN DIGITAL DEL PERSPECTIVE TAKING/SPATIAL ORIENTATION TEST</p> <p>PUBLICACIÓN DEL ARTÍCULO "TABLETAS DIGITALES PARA LA DOCENCIA DEL DIBUJO, DISEÑO Y ARTES PLÁSTICAS" EN LA REVISTA <i>TEORÍA DE LA EDUCACIÓN, EDUCACIÓN Y CULTURA EN LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN</i>. Vol. 12, n°2.</p> <p>ACEPTACIÓN DEL ARTÍCULO "INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES: DESARROLLO DE HABILIDADES ESPACIALES EN EL ENTORNO DEL EEES" EN LA REVISTA <i>BOLETÍN DE LA A.G.E.</i></p> | <p>CONGRESO INTERNACIONAL XIX CONGRESO UNIVERSITARIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS, XIX CUIEET. 2</p> <p>ARTÍCULOS PUBLICADOS EN EL LIBRO DE ACTAS DEL CONGRESO. PRESENTACIÓN DE 2 PONENCIAS.</p> | <p>ACEPTACIÓN DE PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE (2) EN EL VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA.</p> | | |
| | AGO | <p>ANÁLISIS DE LA PRUEBA DE VALIDACIÓN DE LA VERSIÓN DIGITAL DEL PERSPECTIVE TAKING/SPATIAL ORIENTATION TEST.</p> <p>PUBLICACIÓN DEL ARTÍCULO "ENGINEERS' SPATIAL ORIENTATION ABILITY DEVELOPMENT AT THE EUROPEAN SPACE FOR HIGHER EDUCATION" EN LA REVISTA <i>EUROPEAN JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION</i>. D.O.I.: 10.1080/03043797.2011.602184.</p> | | | | |
| | SEP | <p>REDACCIÓN Y ENVÍO DEL ARTÍCULO "DESARROLLO DE LA VERSIÓN DIGITAL DEL PERSPECTIVE TAKING/SPATIAL ORIENTATION TEST" EN LA REVISTA <i>ESTUDIOS DE PSICOLOGÍA</i>.</p> | | | | |
| | OCT | <p>REDACCIÓN TESIS DOCTORAL</p> <p>ACEPTACIÓN DEL ARTÍCULO "3D MODELING FOR COMPETENCES DEVELOPMENT OF NEW DEGREES WITHIN THE FIELD OF MARITIME, NAUTICAL & MARINE ENGINEERINGS" A LA REVISTA <i>JOURNAL OF MARITIME RESEARCH</i>.</p> | | | | |
| | NOV | | | | | |
| DIC | | | | | | |

Tabla 1: Cronología actividades desarrolladas (2011)

1.7 Estructura de la Tesis

Esta tesis se divide en nueve capítulos:

CAPÍTULO 1. Introducción

Se describen los objetivos, tanto generales como específicos, los antecedentes que han dado lugar a la justificación de esta tesis, la metodología y el cronograma de actividades desarrolladas. Se relacionan, a su vez, las contribuciones que durante el período de investigación se han desarrollado en forma de artículos, proyectos de investigación, congresos y proyectos de innovación educativa.

CAPÍTULO 2. Marco Teórico y antecedentes

Se aporta una introducción a los conceptos de inteligencia y capacidad espacial, habilidades espaciales y sus componentes, aportando una breve reseña histórica sobre el papel de las habilidades espaciales en la ingeniería. Se presta especial a la orientación espacial, justificando la necesidad de su estudio y contextualizándola dentro de los planes de estudio de titulaciones de ingeniería, incluidas las de ámbito marítimo. En este capítulo se describen los test psicométricos para la medida de las componentes de las habilidades espaciales, y se detallan los antecedentes que, en la línea de investigación desarrollada en el contexto de esta tesis, se han llevado a cabo.

CAPÍTULO 3. Desarrollo de la versión digital del Perspective Taking Spatial Orientation Test.

Se hace un recorrido por los test psicométricos para la medida de la orientación espacial y se justifica la elección del Perspective Taking Spatial Orientation Test para la medida de la orientación espacial en los trabajos experimentales desarrollados en esta tesis. Se describen sus carencias y el desarrollo llevado a cabo, junto con el Departamento de Estadística, Investigación Operativa y

Computación de la Universidad de La Laguna, de la versión digital del test, así como una prueba para su validación.

CAPÍTULO 4. Tecnologías de Información Geográfica.

Se define el concepto de Tecnología de Información Geográfica (TIG) y su papel dentro de este trabajo de investigación. Se profundiza en la descripción de cada una de las tecnologías con las que se trabaja, incluyendo tecnologías de información geográficas relacionadas con el ámbito náutico-marítimo.

CAPÍTULO 5. Encuesta sobre el uso de tecnologías entre alumnos universitarios de nuevo ingreso.

En este capítulo se detallan los resultados estadísticos de las encuestas llevadas a cabo a través de entornos virtuales de aprendizaje entre el alumnado universitario de nuevo ingreso en diversas carreras de Ingeniería, además de otras titulaciones en las que se usan tecnologías afines a las empleadas en esta tesis. Se aportan datos sobre una población de 472 alumnos: datos genéricos (sexo, edad, nivel de estudios, interés en participar en talleres) y datos sobre el uso y la frecuencia de uso que hacen los alumnos de las tecnologías de la información y la comunicación así como de tecnologías de información geográfica, estableciendo comparaciones entre las titulaciones de ámbito náutico-marítimo y el resto de titulaciones encuestadas. Se aportan datos procedentes de titulaciones universitarias de la Universidad de La Laguna y la Universidad de Lieja (Bélgica), así como de Universidades españolas donde se imparten carreras relacionadas con el ámbito náutico-marítimo.

CAPÍTULO 6. Ensayos experimentales: descripción.

En este capítulo se relacionan los ensayos experimentales en forma de talleres que se llevan a cabo en este trabajo, su metodología, el diseño de los mismos y el procedimiento de medida de la usabilidad.

CAPÍTULO 7. Ensayos experimentales. Experiencias previas a las titulaciones de ámbito náutico-marítimo.

Se desarrollan los talleres llevados a cabo con titulaciones ajenas al ámbito náutico marítimo: taller IDE y taller tablet-TIG. Se describen los resultados de estos talleres sobre las ganancias obtenidas en las componentes de las habilidades espaciales, prestando especial atención a la orientación espacial. Se aporta, a su vez, un análisis de usabilidad de los talleres, los dispositivos y las herramientas tecnológicas utilizadas.

CAPÍTULO 8. Ensayos experimentales. Experiencias con titulaciones del ámbito náutico-marítimo.

Este capítulo se desarrolla en torno a los talleres realizados con alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna: taller IDE, taller tablet-TIG y taller de Modelado tridimensional 3D, aportando datos sobre la medida de las habilidades espaciales en cada uno de los talleres, prestando especial atención a la orientación espacial y estableciendo comparaciones con el resto de titulaciones. Se aporta un análisis de usabilidad de los talleres, los dispositivos y las herramientas tecnológicas utilizadas.

CAPÍTULO 9. Conclusiones y futuros trabajos.

En este último capítulo se relacionan las conclusiones a las que se ha llegado a través del presente trabajo en función de los objetivos planteados, contemplando a su vez diversos escenarios futuros sobre los que dar continuidad a la investigación desarrollada.

1.8 Proyectos de investigación, artículos, ponencias en congresos, proyectos de innovación docente y difusión de la investigación.

1.8.1. Participación en Proyectos de investigación

“MEJORA DEL RAZONAMIENTO ESPACIAL Y VISUAL MEDIANTE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS AVANZADAS”.

Ministerio de Ciencia e Innovación. Secretaría de Estado de Investigación.

Responsable: Jose Luis Saorín Pérez.

Participantes: Jose Luis Saorín Pérez, Manuel Contero González, Fernando Naya Sanchís, Rosa E. Navarro Trujillo, Norena N. Martín Dorta, Jorge Martín Gutiérrez, Jorge de la Torre Cantero y Carlos Carbonell Carrera.

Referencia: TIN2010-21296-C02-02

Fecha de concesión: 5 noviembre 2010

Presupuesto: 48279 euros.

1.8.2. Artículos publicados y aceptados

Artículos en revistas indexadas en el Journal Citation Index (JCR)

- Carbonell Carrera, C., Mejías Vera, M.A., Saorín Pérez, J.L., Contero González, M. (Julio 2011). Infraestructuras de datos espaciales: desarrollo de habilidades espaciales en el entorno del espacio europeo de educación superior. *Boletín de la A.G.E.* Aceptado para su publicación.

Artículos en revistas indexadas en el Scientific Journal Rankings SJR (Scopus)

- Carbonell Carrera, C., Saorín Pérez, J.L., Torre Cantero, J., Marrero González, A.M. (Agosto 2011). Engineers' spatial orientation ability development at the european space for higher education. *European journal of engineering education*. d.o.i.: 10.1080/03043797.2011.602184.
- Carbonell Carrera, C., Marrero González, A.M., Saorín Pérez, J.L., Torre Cantero, J. (Diciembre 2011). 3D Modelling for competences development of new degrees within the field of maritime, nautical & marine engineerings. *Journal of Maritime Research*. Vol. 8 (3). Aceptado para su publicación: en impresión.

Artículos en revistas indexadas en el In-Recs

- Saorín Pérez, J.L., Torre Cantero, J., Martín Dorta, N., Carbonell Carrera, C., Contero González, M. (Julio 2011). Tablet as digital tools for teaching drawing, design and plastic arts. *Teoría de la educación, educación y cultura en la sociedad de la información*. 12 (2), 259-279.

1.8.3. Artículos enviados pendientes de evaluación

Artículos en revistas indexadas en el Journal Citation Index (JCR)

- Carbonell Carrera, C., Martín-Dorta, N., Sánchez Berriel, I., Saorín Pérez, J.L. (2011). Validación de la versión digital del Perspective Taking Spatial Orientation Test. *Estudios de Psicología*. En proceso de evaluación.

Artículos en revistas indexadas en el ISI Web of Knowledge:

- Torre Cantero, J., Saorín Pérez, J.L., Carbonell Carrera, C., Castillo Cossío, M.D., Contero González, M. (2011). Modelado 3d como herramienta educativa para el desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas Artes. *Arte, Individuo y Sociedad*. Enviado 27/06/2011. A la espera de evaluación.

1.8.4. Ponencias en Congresos

- Carbonell Carrera, C., , Saorín Pérez, J.L., Torre Cantero, J.L., González Marrero, A.M. (2011). Uso de tecnologías de información geográfica en el alumnado universitario de nuevo ingreso. *VIII multidisciplinary symposium on design and evaluation of digital content for education*. 15-17 junio. Ciudad Real, España. ISBN: 978-84-6943771-1.
- Torre Cantero, J.L., Saorín Pérez, J.L., Carbonell Carrera, C., Martín Dorta, N., Contero González, M. (2011). Rediseño, digitalización y validación de un curso intensivo para la docencia en el análisis y estudio de las formas. *VIII multidisciplinary symposium on design and evaluation of digital content for education*. 15-17 junio. Ciudad Real, España. ISBN: 978-84-6943771-1.
- Carbonell Carrera, C., González Marrero, A.M., Saorín Pérez, J.L., Torre Cantero, J.L., Martín Gutiérrez, J. (2011). Aplicaciones Geoespaciales en la Docencia utilizando Tabletas Digitales. *XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. 6-8 julio. Barcelona, España. ISBN 978-84-694-4528-0.
- Torre Cantero, J.L., Carbonell Carrera, C., Navarro Trujillo, R., Saorín Pérez, J.L., Contero González, M. (2011). Rediseño y validación de niveles de un curso intensivo de mejora de habilidades espaciales. *XIX*

Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. 6-8 julio. Barcelona, España. ISBN 978-84-694-4528-0.

1.8.5. Proyectos de innovación educativa

- Curso 2010/2011

Título: Análisis de dispositivos de pantalla táctil como herramienta de innovación educativa en la docencia de ciencias geográficas: búsqueda y recuperación de información georeferenciada en infraestructuras de datos espaciales en soporte web.

Convocatoria: 004/2010 de Proyectos de Innovación Educativa para el curso académico 2010/2011

Entidad financiadora: Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa. Universidad de La Laguna

Duración: 12 meses.

Responsable: Carlos Carbonell Carrera

Dotación económica: 1000 euros.

- Curso 2011/2012

Título: Tablet 3D: Taller de mejora de las relaciones espaciales sobre Ipad.

Convocatoria: 001/2011 de Proyectos de Innovación Educativa para el curso académico 2011/2012

Entidad financiadora: Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa. Universidad de La Laguna

Duración: 12 meses.

Responsable: Carlos Carbonell Carrera

Dotación económica: 1000 euros.

1.8.6. Difusión de la Investigación

- Publicación en el Diario Digital de La Universidad de La Laguna del 29 de septiembre de 2010 y en el Instituto Tecnológico de Canarias:

diario digital
de la Universidad de La Laguna

NOTICIAS ULL | PRENSA DIARIA | HEMEROTECA | GABINETE DE PRENSA

Búsqueda

Universidad de La Laguna

domingo, 4 de septiembre de 2011

Alumnado | Docencia | Investigación | Cultura | Institución | Gobierno universitario

Guía de expertos | Kit para periodistas | Enlaces | Contacto

Usted está aquí > Noticias ULL

miércoles, 29 de septiembre de 2010

Un curso mejora la habilidad espacial de los alumnos de ingeniería mediante el uso de nuevas tecnologías

Compartir | Twitter | Compartir | me gusta

El aula de informática del Departamento de Expresión Gráfica en Arquitectura e Ingeniería y en el aula de la Facultad de Geografía de la Universidad de La Laguna acogieron a finales del curso pasado una novedosa iniciativa docente denominada "Desarrollo de habilidades espaciales mediante el uso de nuevas plataformas de información geográfica: infraestructura de datos espaciales". Los alumnos que la cursaron han mejorado las habilidades espaciales medidas con test de rendimiento reconocidos, con ganancias medias de un 4.37 para el Mental Rotation Test (MRT), 15.06 para el Spatial Orientation test y 6.08 para el Differential Aptitude Test (DAT-SRS).

Este curso, en el que participaron 52 estudiantes de Ingeniería y Geografía, fue impartido por Carlos Carbonell Cámara, profesor del Departamento de Expresión Gráfica en Arquitectura e Ingeniería, área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría de la ULL, en colaboración con el grupo de investigación DEHES (Desarrollo de Habilidades Espaciales), también de la ULL.

El éxito de esta iniciativa ha propiciado que se haya propuesto una nueva edición en el marco de la convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa para el curso académico 2010/2011, bajo el título "Curso de Análisis de dispositivos de pantalla táctil como herramienta de innovación educativa en la docencia de ciencias geográficas: búsqueda y recuperación de información georeferenciada en infraestructuras de datos espaciales en soporte web", que en estos momentos se encuentra pendiente de resolución.

La aparición de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el ámbito geográfico y cartográfico supone un cambio de formato del profesional con su entorno de trabajo. Estas nuevas tecnologías han tenido un gran impacto tanto en la Geografía como ciencia, como en la Educación Geográfica. En el ámbito universitario, entre los objetivos de los nuevos grados en Geografía e Ingeniería se contempla el desarrollo de habilidades específicas relacionadas con la obtención, análisis, tratamiento y representación de información geográfica y cartográfica.

Hasta la fecha no se disponía de datos que acreditaran la existencia de una correlación entre el desarrollo de estas habilidades específicas con el empleo de nuevas interfaces de información geográfica. Por ello se ha diseñado este curso de corta duración (8 horas), en el que estudiantes de Ingeniería y Geografía manejan el interfaz de Información geográfica de la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias, IDE Canarias, sobre el que se les propone una serie de ejercicios y se les somete a una batería de test que miden sus habilidades espaciales antes y después del curso, al objeto de estudiar si el empleo de esta herramienta desarrolla sus habilidades espaciales.

Detalle de una de las clases impartidas

Diario digital de la Universidad de La Laguna
Tfno.: 922 31 95 30 / 94 62 - Fax: 922 31 95 44 - Correo electrónico: gspres@ull.es

Universidad de La Laguna [Login]

Figura 1: Difusión de la investigación

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.

2.1. Inteligencia y capacidad espacial.

La capacidad de visión espacial está presente en un gran número de titulaciones de Grado adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior. Figura como una de las competencias a adquirir en un modelo educativo basado no solo en la adquisición de conocimientos, sino también en el desarrollo de competencias por parte del alumno. Es, por tanto, una disciplina a la que se le está prestando especial atención en la planificación de la enseñanza, dando lugar a un emergente campo de investigación.

Numerosos autores sitúan la capacidad espacial como una componente de la inteligencia (Sjölander, 1998; Newcombe & Huttenlocher, 2000; Gardner, 1993). Se ha intentado llegar a una definición única y consensuada de la inteligencia sin conseguirlo, aunque sí existe un acuerdo entre psicólogos e investigadores en afirmar que la inteligencia está compuesta por una serie de factores (Martín, 2010). Distintas ramas de la psicología estudian la inteligencia bajo diversos enfoques (Pueyo, 2001): psicología cognitiva, psicología diferencial, psicología evolutiva, psicología experimental... El adoptado en esta tesis es el mismo en el que se basaron los trabajos precedentes en la línea de investigación desarrollada por el grupo de investigación DEHAES (Saorín, 2006; Martín-Dorta, 2009; Martín, 2010): el enfoque factorial, estudiado por la psicología diferencial o psicométrica, que describe la inteligencia como conjunto de componentes entre los cuales encontramos la habilidad espacial. Este enfoque establece que las diferencias individuales en la cognición humana pueden medirse a través del rendimiento en los test de inteligencia. Es decir, se utilizan test de inteligencia para medir aptitudes, habilidades espaciales en el caso que nos ocupa.

Llegados a este punto, es preciso distinguir los términos aptitud, habilidad y capacidad espacial para llegar a definir la capacidad espacial.

La *Aptitud Espacial* se define como el potencial innato que un individuo tiene para visualizar mentalmente un objeto de forma que sea capaz de hacerlo antes de haber realizado cualquier tipo de entrenamiento que pueda afectarle (Sánchez Carlessi y Reyes Romero, 2003). En cambio, la *Habilidad Espacial* puede ser adquirida a través del entrenamiento. Algunas personas disponen de un mayor grado de aptitud innata, pero la gran mayoría puede adiestrar esta habilidad a través de la práctica (Sorby, Wysocky, & Baartmans, 2003).

La *Capacidad Espacial* integra aptitudes habilidades y/o destrezas (Sánchez Carlessi y Reyes Romero, 2003) y se entiende como la habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional (Martín-Dorta, 2009) (Figura 1).

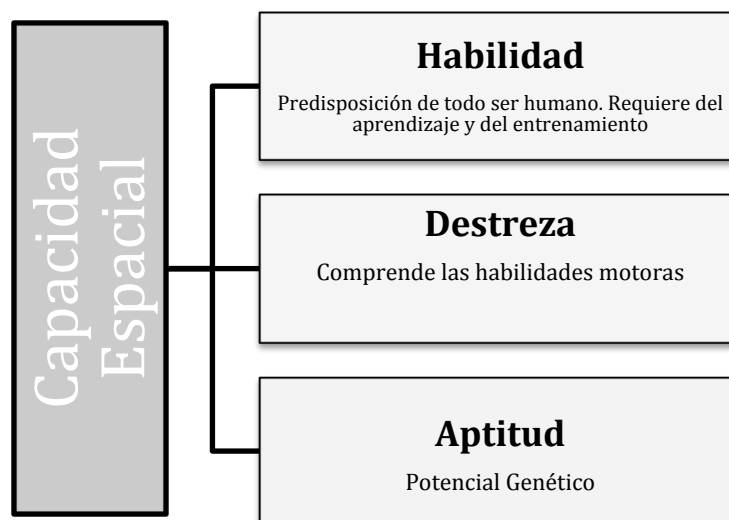


Figura 2. Aptitud, habilidad y capacidad espacial.

En este trabajo se entiende la capacidad espacial como una componente de la inteligencia (factor espacial), desde el punto de vista psicológico y, por tanto, puede ser medida con test psicométricos. Es una capacidad que integra aptitud, destreza y habilidad. Se empleará el término de habilidad espacial para referirse a la parte de la capacidad espacial que se puede adiestrar mediante entrenamiento. El entrenamiento consistirá en Talleres con distintas metodologías y herramientas tecnológicas en los que se medirá, a través de test psicométricos, si las habilidades espaciales del alumno han experimentado un aumento con su participación en el Taller.

2.2. Componentes de las habilidades espaciales.

A la hora de estudiar los componentes de la habilidad espacial se encuentra en las consultas bibliográficas realizadas distintos enfoques, entre los que no hay consenso, para establecer su clasificación (Bauman & Borich, 1972; Stumpf & Elliot, 1999) y, a su vez, varias pruebas para obtener resultados cuantitativos a través de test dedicados a medir la visión espacial.

Una de las clasificaciones más recientes es la que establece Rovilson Mafalda (2000), quien propone tres componentes de la habilidad espacial:

- Relaciones espaciales: habilidad para evaluar si dos imágenes rotadas de manera diferente representan un mismo objeto (Mafalda, 2000), o bien, habilidad de rotar en nuestra imaginación, rápida y acertadamente, figuras de dos o tres dimensiones (Linn y Petersen, 1985), autores que se decantan por el término de Rotación espacial en lugar de Relación espacial.
- Orientación espacial: habilidad para evaluar cómo una secuencia de movimientos espaciales pueden ser representados desde diferentes orientaciones (Mafalda, 2000). Otros autores apuntan definiciones de este

factor en torno a la capacidad de imaginar el aspecto de objetos desde diferentes orientaciones del observador (McGee, 1979), la habilidad para orientarse en relación al entorno y la conciencia de ubicación de uno mismo (Reber, 1985) o bien la aptitud para permanecer orientado en un contexto espacial cuando se observan objetos desde distintas posiciones (Fleishman Y Dusek, 1971)

- Visualización espacial: este factor mide un proceso de aprendizaje, encadenamiento y manipulación mental de formas espaciales (Mafalda, 2000). Se define como la habilidad de manipular información visual compleja cuando para producir una solución correcta se necesitan varias etapas (Linn y Petersen, 1985), asociado al término visión espacial.

La clasificación de Mafalda (2000) coincide con una de las que surgieron en los orígenes de las componentes de las habilidades espaciales (Smith, 1964), en la que denomina orientación espacial como percepción espacial:

- Mental Rotation: habilidad para reconocer un objeto si éste se ha movido desde diferentes ángulos
- Spatial Visualization: habilidad para reconocer las partes de un objeto aunque éstas se hayan movido o se hayan desplazado respecto de su posición original.
- Spatial Perception (Spatial Orientation): habilidad para usar la orientación del cuerpo para resolver cuestiones relacionadas con la orientación espacial.

Maier (1998), en cambio, ofrece cinco componentes principales de las habilidades espaciales:

- Relaciones espaciales – Spatial Rotations (SR): se refiere a la percepción de la posición de un objeto en relación a una posición anterior, considerando tamaño, distancias, volumen o cualquier otro signo distintivo.

- Percepción espacial – Spatial Perceptions (SP): es la capacidad para determinar las relaciones espaciales entre objetos, a pesar de la existencia de información que no es significativa.
- Visualización espacial –Spatial Visualization (SV): es la capacidad de manipular mentalmente las imágenes visuales. Esto puede implicar imaginar las rotaciones de objetos en el espacio.
- Rotación mental – Mental Rotation (MR): se refiere a la capacidad de rotar mentalmente imágenes visuales. Estas imágenes pueden ser bidimensionales o tridimensionales.
- Orientación espacial – Spatial Orientation (SO): es la capacidad de orientarse física o mentalmente en el espacio. La posición espacial de una persona es esencial para esta tarea.

Otra clasificación es la que se deriva del metaanálisis de Linn & Petersen (1985):

- Percepción espacial: capacidad de determinar relaciones espaciales de objetos a pesar de la existencia de otras informaciones que puedan distraer al sujeto.
- Orientación espacial o rotación mental: capacidad de rotar en nuestra imaginación, rápida y ordenadamente, figuras de dos o tres dimensiones.
- Visión espacial: habilidad de manipular información visual compleja cuando para producir una solución correcta se necesitan varias etapas

Los estudios llevados a cabo por el grupo de investigación DEHAES en los trabajos precedentes con alumnos de Ingeniería en la Universidad de La Laguna se centraban en la medición de dos componentes: relaciones espaciales y visión espacial, adoptando una clasificación simplificada en dos categorías (McGee, 1979; Burnet & Lane, 1980; Pellegrino et al., 1984; Clements & Batista, 1992; Carroll, 1993; Olkun, 2003):

- Relaciones espaciales: habilidad de realizar rotaciones y comparaciones en cubos bidimensionales y tridimensionales (incluyendo las rotaciones espaciales y la percepción espacial de la clasificación de Linn & Petersen)

- Visión espacial: habilidad de reconocer piezas tridimensionales mediante plegado y desplegado de sus caras.

Estos trabajos se basaban en diferentes estrategias y herramientas en las que el estudiante interactuaba con modelado de piezas en tres dimensiones: modelado por ordenador basado en bocetos (Saorín, 2006) modelado 3D con software específico y dispositivos de pantalla táctil de pequeño formato (iPod Touch y teléfonos móviles) (Martín-Dorta, 2009), Videoconsolas, Videojuegos y Realidad Aumentada (Martín, 2010). En estos estudios no se había considerado la orientación espacial.

Con la incorporación de la cartografía y la información territorial en entornos virtuales como una herramienta más en el ejercicio de la profesión de Ingeniero, es necesario el estudio de una tercera componente como la Orientación Espacial. Serán, por tanto, las clasificaciones de Mafalda (2000) y la de Smith (1964) las que se considerarán para medir las habilidades espaciales en los ensayos experimentales a realizar, al contemplar la orientación espacial como una de las componentes de la habilidad espacial junto con las otras dos componentes (Relación espacial y Visualización espacial) medidas en los trabajos anteriores por el grupo DEHAES.

| CAPACIDAD ESPACIAL | | | |
|--|---|---|---|
| Habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional | | | |
| SUB-COMPONENTES | <p>RELACIONES ESPACIALES</p> <p>Habilidad para evaluar si dos imágenes rotadas de manera diferente representan un mismo objeto</p> | <p>ORIENTACIÓN ESPACIAL</p> <p>Habilidad para orientarse en relación al entorno y a la conciencia de ubicación de uno mismo.</p> | <p>VISIÓN ESPACIAL</p> <p>Habilidad de manipular información visual compleja cuando para producir una solución correcta se necesitan varias etapas</p> |

Tabla 2: subcomponentes de la capacidad espacial

Las ingenierías relacionadas con el ámbito náutico-marítimo hacen uso de estas componentes dentro de las actividades propias de su profesión: necesitan interpretar y/o desarrollar planos en los que piezas propias de un buque están representados en secciones de planta y alzado (visión espacial y rotación mental) así como situarlos mentalmente dentro del buque (orientación espacial). Para la navegación es precisa la consulta de cartas náuticas y de navegación en diferentes formatos donde interviene la orientación espacial. La capacidad de orientación espacial implica una relación con el medio que rodea al sujeto y un movimiento, ya sea navegación real o imaginario a través de un mapa (Coluccia & Louse, 2004).

2.3. La necesidad del estudio de la orientación espacial.

La orientación espacial un tema que despierta gran interés en las instituciones educativas. Está incluido como contenido a tratar en las directrices curriculares que figuran en el Decreto en Enseñanzas Mínimas del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) para los ciclos de educación primaria y secundaria (Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo; R.D. 1513/2006 de 7 de diciembre; R.D. 1631/2006 de 29 de diciembre).

Instituciones como el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) contempla dentro de sus objetivos el desarrollo la orientación espacial como uno de los medios para describir y modelizar el mundo físico. Campos como la investigación en didáctica de la matemática estudian procesos de enseñanza y aprendizaje de la orientación espacial (Battista, 2007; Gutiérrez, 1996; Presmerg, 2006).

En el ámbito universitario, en los nuevos Grados adaptados al Espacio Europeo de educación Superior aparecen competencias relacionadas con la obtención, análisis, tratamiento y representación de información geográfica y cartográfica

(órdenes CIN del Ministerio de Ciencia e Innovación, Boletín Oficial del estado, nº 42,43 y 44 de febrero de 2009).

Es preciso, por tanto, investigar en materia de metodologías, soportes y herramientas que permitan desarrollar estrategias de innovación docente para la adquisición de competencias relacionadas con la orientación espacial de los alumnos universitarios.

2.3.1. Tareas relacionadas con la Orientación Espacial

Berthelot y Salin (1992), identifican tres grandes categorías de acciones para que un sujeto tenga control de sus relaciones con el espacio.

1. Orientación estática del sujeto y de los objetos
2. Interpretación de perspectivas de objetos tridimensionales
3. Orientación del sujeto en espacios reales (interpretación cartográfica)

El primer caso (orientación estática del sujeto y de los objetos) se refiere a aquellas tareas que tratan el problema de la orientación del cuerpo del sujeto, del sujeto con relación a otros objetos y la orientación propia de objetos. Es decir, se estudian tareas que requieren comprender el esquema corporal e identificar y utilizar sus propiedades: arriba-abajo, izquierda-derecha, delante-detrás. (Gonzato, Fernández & Díaz, 2011)

En el segundo caso (interpretación de perspectivas de objetos tridimensionales), la interpretación de perspectivas de objetos tridimensionales está identificada con reconocer, describir, fabricar o transformar objetos (Berthelot & Salin, 1992). Se incluyen tareas relacionadas con la representación tanto en 2D como en 3D de objetos tridimensionales, tanto materiales como representados en un plano. Son aquellas actividades que requieren conocer y cambiar puntos de vista (cambio de perspectivas), interpretar perspectivas de objetos, rotar mentalmente objetos e

interpretar diferentes representaciones planas de objetos tridimensionales a partir de vistas y/o perspectivas (Gonzato, Fernández & Díaz, 2011).

En el tercer caso (orientación del sujeto en espacios reales, interpretación cartográfica) se contemplan actividades de reconocimiento, descripción, construcción, transformación, interpretación y representación de espacios reales o de desplazamientos. Aquí el punto de vista del sujeto cambia de manera continua a lo largo de su propio desplazamiento, es decir, la visión del espacio queda vinculada a un movimiento continuo. A diferencia del caso 2, donde se trabaja con objetos aislados y la atención no se fija en el espacio donde están sino sobre su estructura y composición, en esta categoría 3 se consideran espacios más grandes, que puedan ser recorridos física o mentalmente por el sujeto.

Las tareas de orientación del sujeto en espacios reales, por tanto, contemplan actividades relacionadas con la comprensión por parte del sujeto del espacio donde se sitúa (o donde se sitúa otra persona u objeto), su ubicación y orientación en el espacio. Se pueden identificar como tareas relacionadas con orientarse en el espacio la lectura de mapas, la descripción de un itinerario entre dos lugares conocidos, el dibujo de planos o mapas, la orientación de un mapa con respecto a puntos de referencia fijos en la realidad o con respecto a puntos cardinales y el uso de sistemas de referencia a través de coordenadas cartesianas o polares. (Gonzato, Fernández & Díaz, 2011).

Es respecto a esta tercera categoría sobre la que se basará este trabajo, desarrollando acciones relacionadas con la capacidad de orientación espacial en educación universitaria mediante la práctica de talleres en los que el alumno interactúe con mapas, planos e información georeferenciada.

2.3.2. La orientación espacial y los mapas.

La cartografía, mapas y planos, son un campo de actividad donde se ponen en juego habilidades de orientación espacial (Gonzato, & Godino, 2010; Gonzato, Fernández y Díaz, 2010; Hill, 1998; Howard & Templeton, 1966). Hershkowitz, Parzyc y Van Dormolen (1996) afirman que la geometría euclidiana empieza con la orientación en el espacio real: “la experiencia en el espacio comprende la posición relativa de los objetos en el espacio y la posición relativa de los objetos en relación con la posición de un observador respecto de dichos objetos”. Estos autores afirman que para adquirir un modo de pensamiento y de razonamiento visual es necesaria una educación visual bien planeada y sugieren para ello actividades relacionadas con la interpretación de mapas y planos.

Cuando consultamos un mapa y/o un plano, además de la percepción de la escala y de la interpretación de la simbología, es preciso determinar la orientación de los elementos que aparecen en relación a referencias conocidas. Se parte de la hipótesis de que para trabajar con mapas hay que aprender a orientarlos en el espacio (Gálvez, 1985). La interpretación y la comunicación de la información de manera figural (mapas, cartografía) son habilidades relacionadas con la orientación espacial (Gonzato, Blanco & Godino, 2011).

Los conocimientos principales implicados en la lectura de un plano son, por un lado, poner en relación los elementos del plano con sus correspondientes en la realidad, y por otro lado orientar el plano material o mentalmente (Berthelot & Salin, 1992).

Colectivos como pilotos y marinos hacen uso de la orientación espacial a través del uso de cartas de navegación y cartas náuticas.. Estudios llevados a cabo por la Federal Aviation Administration, U.S. Department of Transportation (2010), analizan la orientación espacial de los pilotos en vuelo (Melchor & Antunano, 2010). Se han realizado, a su vez, análisis sobre la influencia de las habilidades

espaciales en el rendimiento de los operadores de vuelos espaciales del Space Shuttle (Menchaca-Brandan, Lui, Oman & Natapoff, 2007). De hecho, uno de los requerimientos de la Agencia Espacial Europea en los procedimientos de selección de los candidatos es la orientación espacial.

Los médicos, a la hora de interpretar una radiografía necesitan orientarse para distinguir entre los distintos niveles de grises las formas tridimensionales de la parte del cuerpo proyectado en el plano bidimensional de la radiografía (Gonzato & Godino, 2010). Drewett (1999) pone de manifiesto la relación de la arqueología con la orientación espacial a en la localización, reproducción y documentación de restos arqueológicos.

Existen incluso investigaciones sobre la orientación espacial desarrollada por los taxistas en el Reino Unido (Maguire, et al., 1997(a); Maquire, et al., 1999(b)). Son, por tanto, muchas las profesiones que requieren habilidades de orientación espacial.

Los ingenieros hacen uso frecuente de información espacial en forma de mapas y planos en múltiples formatos y soportes en los que necesitará disponer de la habilidad de orientación espacial para poder trabajar de manera eficiente con ellos. Es preciso, por tanto, introducir en la formación de los futuros ingenieros actividades que permitan estimular y desarrollar su capacidad de orientación espacial.

En concreto, los ingenieros relacionados con el ámbito marítimo precisan familiarizarse en el trazado e interpretación de distintas proyecciones cartográficas, interpretar cartografía náutica así como los diferentes planos existentes a bordo de un buque. Thomas & Hegarty, (2010) afirman que para las tareas de navegación las estimaciones de la posición de uno mismo necesitan ser complementadas con la representación del mundo exterior. Para la navegación, la planificación y el control de la derrota es necesario disponer de habilidades de

orientación espacial en la determinación de la situación y el manejo de sistemas de posicionamiento y de cartas náuticas, ya sean en formato analógico o cartas náuticas electrónicas. La orientación espacial es una condición básica para la adecuada percepción de los factores y condiciones que afectan al buque y a su entorno (Navarro, 2009).

2.4. La Medida de la capacidad espacial: test psicométricos

2.4.1. Breve reseña histórica

Mohler (2008) clasifica en cuatro etapas la cronología de la investigación en el campo de las habilidades espaciales (tabla 3):

| Chronology of Research with Themes and Approach | |
|--|---|
| <i>Date Range</i> | <i>Themes and Approach</i> |
| 1880 - 1940 | Acknowledgement of a spatial factor separate from general intelligence through psychometric studies |
| 1940 - 1960 | Acknowledgement of multiple space factors through psychometric studies; emergence of myriad spatial assessments |
| 1960 - 1980 | Psychometric studies into cognitive issues; emergence of developmental and differential research |
| 1980 - | Effect of technology on measurement, examination, and improvement; emergence of information processing research |

Tabla 3: Cronología de la investigación en habilidades espaciales. Fuente: Mohler, 2008.

El estudio de la capacidad espacial y su medida tiene su origen en las investigaciones de Galton (1883) sobre las imágenes, tras utilizar un gran número de pruebas para llegar a la determinación y medida de lo que en aquel entonces se denominaba “sentido espacial” (Harris, 1978). Curiosamente, muchas de esas pruebas tuvieron sus comienzos en investigaciones sobre la educación de deficientes mentales (Itard, 1801; Seguin, 1866; Binet, 1905, Binet & Simon, 1908), en el estudio de las diferencias fisiológicas en los fenómenos sensorial y de percepción (Fechner de 1860, von Helmholtz, 1865), y en los primeros estudios de la inteligencia (Cattell, 1890; Ebbinghaus, 1897). Con posterioridad, a lo largo del siglo XX se han desarrollado investigaciones para determinar una escala métrica de la capacidad intelectual. En este sentido destacan, como anales en el campo de los test psicométricos, las aportaciones de Binet (1905), Binet & Simon (1908) y Cattell (1946, 1965).

2.4.2. Los test psicométricos en el contexto de esta tesis para la medida de las habilidades espaciales.

En este trabajo se van a medir tres componentes de las habilidades espaciales:

- Relaciones Espaciales
- Visualización Espacial
- Orientación Espacial

Existe una gran variedad de test (Mafalda, 2000). Eliot y Smith, (1982) recopilaron 392 test diferentes de medida de las habilidades espaciales. Estos autores afirman, además, que llegar a una aproximación al término de habilidad espacial no es sencillo, debido a las diferencias en los métodos y medidas que se han utilizado para estudiarla.

Se detalla a continuación (Tablas 4,5 y 6) una selección de los test psicométricos de medida de estas componentes obtenida de la revisión bibliográfica.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

| RELACIONES ESPACIALES | | | |
|--|-----------------|--|--|
| Nombre del Test | Acrónimo | Autores | Descripción |
| Spatial Relation subset of Primary Mental Abilities Test | PMA –SR | Thurstone, 1958 | Se requiere realizar una rotación mental de objetos bidimensionales |
| Cards Rotation Test | CRT | Ekstrom, French y Harman, 1976 | Se requiere realizar una rotación mental de objetos bidimensionales |
| Mental Rotation Test | MRT | Vandenberg y Kuse, 1976 | Una versión de lápiz y papel del test de Shepard y Metzler (1971) denominado Mental Rotation Task, que utiliza objetos de tres dimensiones |
| Mental Cutting Test | MCT | College Entrance Examination Board. USA | Dada una figura seccionada por un plano, hay que determinar el resultado de la sección |
| Generis Mental Rotación Tasks | | Voyer, Voyer y Bryden, 1995 | Incluye las variantes de Shepard y Metzler (1971) del test denominado Chronometric Task, y el formato se ha realizado para ordenador |
| Rotation of images | | Duerman – Sälde test battery, Psykologiförlaget 1971 | Hay que elegir, mediante rotaciones mentales, la imagen que es idéntica a la que se presenta en el ejercicio |
| Left or right hand identification | | Duerman – Sälde test battery, Psykologiförlaget 1971 | Imágenes de manos giradas de diferentes maneras donde el sujeto debe decidir si la imagen corresponde a una mano izquierda o derecha |
| Purdue Spatial Visualization Test | PSVT -R | Guay R. B, 1977 | Diseñado para medir la capacidad de visualizar rotaciones en el espacio |
| Rod-and-frame test | RFT | Witkin y Asch, 1948 | Requiere ajustar una barra a la vertical |
| The Water Level Test | WLT | Piaget e Inhelder, 1956 | Se requiere determinar la orientación de un líquido en un contenedor |

Tabla 4. Test de relaciones espaciales. Fuente: Saorín, 2006 y Martín, 2010

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

| VISUALIZACIÓN ESPACIAL | | | |
|---|----------------------------|--|---|
| Nombre del Test | Acrónimo | Autores | Descripción |
| Paper Form Board | PFB | Likert y Quasha, 1941 | Hay que decidir entre cinco opciones, cuál de los dibujos bidimensionales puede ser construido mediante un juego de fragmentos que se suministra |
| Differential Aptitude Test – Spatial Relations Subset | DAT – SR | Bennet, Seasharo y Wesman, 1947 | Se requiere relacionar una forma tridimensional con la imagen de su desarrollo en dos dimensiones |
| Identical Blocks Test | IBT | Stafford, 1961 | Hay que indicar qué bloque entre varias opciones, es el mismo que el estándar, dadas una serie de pistas (letras y números en las caras del bloque) |
| The Block Design Subset of the Weschler Adult Intelligence Scale, Intelligence Scale-Revised and the Weschler Intelligence Scale for Children | | Weschler, 1946, 1949, 1955, 1974, 1981 | Hay que reconstruir una forma utilizando bloques tridimensionales |
| Paper Folding | PF | Ekstrom, French y Harman, 1976 | Hay que indicar cuál, entre cuatro piezas desarrolladas de papel, es la misma que el modelo plegado |
| Embedded Figures Test (Various adult and children’s versions) | EFT and CEFT | Witkin, 1950 | Hay que encontrar una figura simple incluida dentro de una imagen más compleja |
| Hidden Figures Test | HFT | Ekstrom, French y Harman, 1976 | Hay que encontrar una figura simple incluida dentro de una imagen más compleja |
| Revised Minnesota Paper Form Board Test | RMPFB | Rensis Likert y Quasha, 1995 | Hay que determinar si una pieza se puede realizar con una serie de trozos de papel recortados |
| Middle Grades Mathematics Project (1983). | Spatial visualisation test | Department of Mathematics, Michigan State University, USA. | |

Tabla 5. Test de visualización espacial. Fuente: Martín, 2010

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

| ORIENTACIÓN ESPACIAL | | | |
|---|-----------------|---|--|
| Nombre del Test | Acrónimo | Autores | Descripción |
| Guilford-Zimmerman Aptitude Survey B | SO | Guilford & Zimmerman, 1947 | Esta prueba se compone de varias imágenes de la proa de un barco y de una parte del paisaje marino frente a la embarcación. En las sucesivas imágenes del test el barco ha cambiado de posición. El usuario, comparando las imágenes, debe elegir entre cinco respuestas de opción múltiple, en qué dirección se mueve el barco. |
| Object Perspective Taking Test | | Kozhevnikov & Hegarty, 2001 | Se selecciona la posición de un objeto situando al observador en función de distintas orientaciones. (10 ítems) |
| Perspective Taking/Spatial Orientation Test | | Hegarty, Kozhevnikov & Waller, 2008 | Versión revisada del Object Perspective Taking Test. Se selecciona la posición de un objeto situando al observador en función de distintas orientaciones. (12 ítems) |
| Cube comparisons Test | CC | Ekstrom et al., 1976 | Se muestran dos vistas de un cubo con letras en sus caras. Hay que seleccionar caras coincidentes. |
| PMA space (Longitudinal Marker) | PMA-S | Thurstone & Thurstone, 1949 | Identificación de figuras tridimensionales en modelos bidimensionales |
| Judgement of Line Orientation | | Benton, A.L., Varney, K., Hamsher, deS. 1975. Departamento de Neurología, Universidad, University Hospitals, Iowa City. EEUU. | Identificar la orientación de una línea respecto de 11 líneas dispuestas en 180°. |
| Position Orientation | CP526A | U.S. Army Air Force Aviation Research Programm Staff. 1947 | Identificar rápidamente si el dibujo mostrado se corresponde con una parte del cuerpo del lado izquierdo o del derecho. |
| Measurement of Skill: Skill in Orientation Subset | | Walter V. Clarke, 1962 | Reproducir un itinerario sobre un fondo con marcas al que se le aplica una rotación. |

Tabla 6. Test de orientación espacial.

Para las relaciones espaciales se empleará el Mental Rotation Test (MRT), y para la Visualización espacial el Differential Aptitude Test – Spatial Relations Subset (DAT-SR5). Son los mismos instrumentos de medida que se han utilizado en los trabajos de investigación llevados a cabo por el grupo de investigación DEHAES, permitiendo así poder establecer una comparación con experiencias precedentes. Se trata de test reconocidos, validados y referenciados por otros investigadores en el campo de las habilidades espaciales. Para la tercera componente, la orientación espacial, se utilizará el Perspective Taking/Spatial Orientation Test. (Tabla 7).

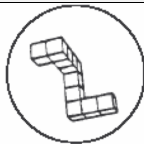
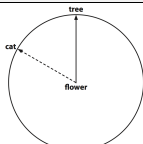
| CAPACIDAD ESPACIAL | | | |
|------------------------|-----------------------|---|---|
| INSTRUMENTOS DE MEDIDA | RELACIONES ESPACIALES | ORIENTACIÓN ESPACIAL | VISIÓN ESPACIAL |
| | |  <p>Test de Rotación Mental (Mental Rotation Test MRT)</p> |  <p>Test de Orientación Espacial (Perspective Taking/Spatial Orientation Test)</p> |

Tabla 7: subcomponentes de la capacidad espacial e instrumentos de medida

A continuación se describe cada uno de los test empleados en este trabajo.

2.4.2.1. Test para la medida de las Relaciones Espaciales: El MRT (Mental Rotation Test).

Desarrollado por Vanderberg y Kuse (1978) para la medida de las rotaciones mentales, partiendo de los trabajos realizados por Shepard y Metzler (1970) quienes asociaron los grados de rotación aplicados a una figura y el tiempo de respuesta del sujeto.

El Mental Rotation Test está compuesto por 20 ejercicios, cada uno de los cuales consta de 5 figuras. La primera, situada a la izquierda, es la que se toma como referencia, y el objetivo es localizar dentro de las otras cuatro situadas a la derecha, las dos que corresponden a la de figura de referencia después de haber girado alrededor de uno o dos de sus ejes. Para la realización de este test el

tiempo máximo es de 6 minutos. Se divide en dos períodos de 3 minutos: el alumno comienza, realiza las dos primeras páginas (10 primeras figuras) y no continua con el ejercicio (las siguientes 2 páginas, 20 figuras finales) hasta que terminan los 3 minutos. La puntuación del test consiste en aplicar 2 puntos por cada línea de figuras correctamente resueltas, 1 punto si solo se localiza una de las rotaciones por línea y no se marca ninguna otra figura, y 0 puntos si alguna de las marcas es incorrecta. La puntuación máxima será, por tanto, de 40 puntos. (Figura 3).

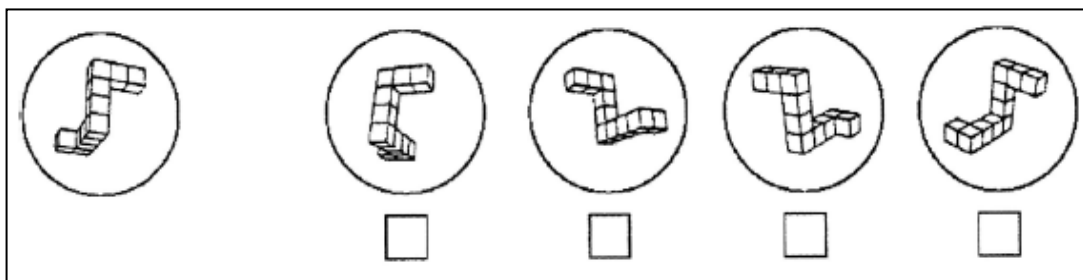


Figura 3: ejemplo ítem Mental Rotation Test (M.R.T.)

2.4.2.2. Test para la medida de la Visualización Espacial: El D.A.T. SR5 (Differential Attitude Test-Spatial Rotation Subset).

Los investigadores George K. Bennet y Alexander G. Wesman crearon en el año 1947 una batería de test denominada D.A.T. (Differential Attitude Test) para medir las aptitudes de estudiantes comprendidos entre los 8º y 12º grados del High School americano. En 1967 se llevó a cabo la adaptación española de este test bajo la dirección de Mariano Yela a través de la editorial TEA. Se trata de un test usado en España para medir el Coeficiente Intelectual (C.I.), gracias a lo cual se dispone de gran cantidad de datos. En los últimos años aparece una nueva versión denominada DAT-SR5, basada en la Forma C de la 5ª versión americana. (Martín-Dorta, 2006). El empleado en este trabajo es el D.A.T. SR5 (Bennet, Seashore, & Wesman, 2000).

Consta de 50 ejercicios. En cada uno de ellos se presenta un modelo o patrón. A la derecha de cada modelo se ofrecen cuatro figuras de tres dimensiones.. El alumno debe averiguar cual de esas figuras es la única que ha podido formarse a partir del modelo. Éste siempre presenta la parte exterior de la figura. Se aplica 1 punto por respuesta acertada, siendo la puntuación máxima de 50 puntos. (Figura 4).

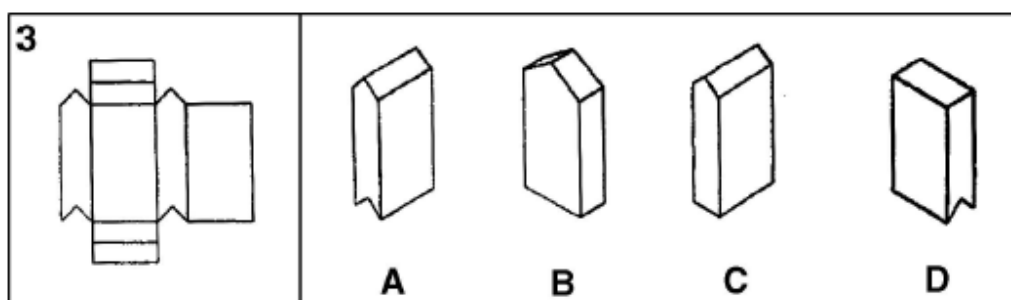


Figura 4. Ejemplo ítem Differential Attitude Test-Spatial Rotation Subset (DAT-SR5)

2.4.2.3. Test para la medida de la Orientación espacial: el Perspective Taking/Spatial Orientation Test.

El test utilizado para la medida de esta componente es el Perspective Taking/Spatial Orientation test (Hegarty, Kozhevnikov y Waller, 2008), version revisada y actualizada del Object Perspective Taking Test del año 2001. Pertenece al Hegarty Spatial Thinking Lab de la Universidad de California, Santa Bárbara.

En este test, en formato papel, aparece representado en la parte superior, un conjunto de siete objetos, y en la parte inferior un círculo con una dirección indicada. Para cada una de las 12 preguntas o ítems que se plantean, el usuario debe imaginar que está en un objeto del conjunto (que pasará a estar en el centro del círculo) y frente a otro objeto (que pasará a estar en la parte superior del círculo). Deberá trazar una flecha desde el objeto del centro indicando la

dirección a un tercer objeto desde la nueva orientación. La puntuación de cada ítem es la desviación absoluta en grados sexagesimales entre la respuesta del participante y la respuesta correcta (error direccional absoluto). Es importante destacar que este criterio establece, por tanto, que obtener una menor puntuación en el test supone un mayor acierto. La puntuación total será la media de las desviaciones de las 12 posiciones planteadas. Si el participante no responde a una pregunta, se le asigna un valor de 90° para esta pregunta. (Figura 5).

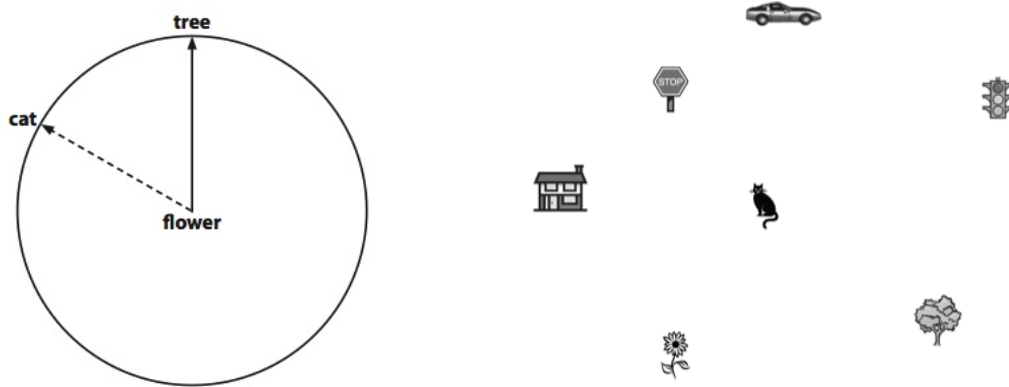


Figura 5: ejemplo ítem Perspective Taking-Spatial Rotation Test.

Como parte del presente trabajo el autor ha desarrollado, en colaboración con Área de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial del Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación de la Universidad de La Laguna, una versión digital del mismo. Se ha realizado, a su vez, una prueba piloto de validación (capítulo 3 de esta tesis).

2.5. La capacidad espacial en la Ingeniería: breve reseña histórica

La capacidad espacial es necesaria para interpretar, entender y apreciar cuanto está a nuestro alrededor (Lowrie, 1994). Es una habilidad de la que hacemos uso en nuestra vida cotidiana para relacionarnos e interpretar el medio que nos rodea. Algunos autores indican que es un componente imprescindible para el éxito en gran número de profesiones de la rama científico-técnica (Eliot, 1982), rama en

la que se necesita disponer de la capacidad de imaginar y de razonar sobre los cambios de los objetos y su distribución espacial (Zacks et al., 2000). La geometría es una herramienta afín a profesiones de la rama ingenieril. El National Council of Teachers of Mathematics (1989) establece una relación entre la geometría y las capacidades espaciales, afirmación que también comparten otros investigadores (Suydam, 1985; Usikin, 1987).

En la bibliografía consultada se desprende que los ingenieros requieren un buen nivel de habilidades espaciales para el ejercicio de su profesión (Ferguson, 1992). Kinsey (2003) afirma que una buena conceptualización del espacio es esencial para la ingeniería.

Desde comienzos del siglo XX, autoridades americanas e inglesas relacionaron a través de encuestas el correcto desempeño de la profesión de ingeniero con las habilidades espaciales. En un comienzo, como primera aproximación a la ingeniería, se estableció esta relación con una componente de la inteligencia que entonces denominaban mecánico-práctica, y estaba asociada al trabajo en talleres. Se empezaban a utilizar baterías de test de inteligencia espacial (Mineota Paper Form Board, Spatial relation y Packing Block Test) que demostraban esta correlación.

La primera afirmación en torno a habilidades espaciales-ingeniería fue data de 1930, cuando a través de la encuesta “The Value of Engineer of Power to Visualizate” realizada en Estados Unidos y dirigida a 200 ingenieros de diseño norteamericanos determinaron que la habilidad espacial era imprescindible para el trabajo del ingeniero.

Durante y después de la Segunda Guerra Mundial la armada norteamericana disponía de un gran número de investigadores que realizaron importantes contribuciones en el terreno de los test de inteligencia al disponer de miles de reclutas para realizar pruebas empíricas de sus teorías. Es en esta época donde,

además, se produce grandes avances en materia de cartografía así como de obtención y producción de información geográfica.

A partir de entonces la investigación en la capacidad espacial obtiene un gran respaldo (Guilford & Zimmermann, 1947). Los investigadores se ponen de acuerdo en que existen diferentes test para medir la capacidad espacial (Elliot & Smith, 1983), y determinan la correlación entre los resultados de los test de habilidades espaciales y el éxito en carreras técnicas: Smith (1964), afirma que la habilidad espacial es una capacidad necesaria en al menos 84 titulaciones americanas diferentes. El pensamiento espacial se considera como 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, Clemens & Battista, 1992).

Estos mismos autores (Clemens & Battista, 1992), junto con Herskowitz, Parzysz & Van Dormolen (1996), y Martín (2010) afirman que existe un déficit instruccional en materia de educación visual, descuidada a menudo en los curriculums.

En España no existe mucha actividad en el campo de las habilidades espaciales. Destacar como pionero el trabajo de Posada (1994), una tesis doctoral de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid titulada “Influencia de las asignaturas gráficas sobre el desarrollo de la visión espacial en los alumnos de las escuelas técnicas superiores”. Esta tesis concluyó que había una mejora en las habilidades espaciales de los alumnos universitarios debido a cursar la asignatura de Expresión Gráfica. En ella se empleó el DAT-SR, utilizado a partir del año 2003 por el grupo de investigación DEHAES de la Universidad de La Laguna.

Este grupo trabaja desde entonces en la línea de investigación del desarrollo de habilidades espaciales mediante cursos de mejora impartidos en titulaciones

universitarias de ingeniería y arquitectura. En este sentido, este grupo de investigación ha estudiado el efecto de la aplicación de tecnologías multimedia y del modelado basado en bocetos en el desarrollo de las habilidades espaciales (Saorín, 2006), ha analizado el uso de dispositivos móviles en el desarrollo de estrategias de mejora de las habilidades espaciales (Martín-Dorta, 2009) y ha desarrollado contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la ingeniería (Martín, 2010). Recientemente ha ampliado el ámbito de su investigación a otras titulaciones como el Grado en Bellas Artes y Grado en Geografía, así como a otros niveles educativos pre-universitarios como enseñanzas de secundaria, bachillerato y Formación Profesional.

En esta línea de investigación llevada a cabo por DEHAES se han analizado las componentes de las habilidades espaciales de relaciones espaciales y visión espacial. Como se ha comentado con anterioridad, era preciso desarrollar nuevas metodologías de innovación docente que contemplaran una tercera componente: la orientación espacial, objetivo sobre el que se ha trabajado en esta tesis doctoral.

2.6. La capacidad espacial en el sistema educativo universitario español para las nuevas titulaciones de Grado en Ingeniería adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior.

2.6.1. El aprendizaje por competencias.

El Espacio Europeo de Educación Superior contempla la aplicación del sistema europeo de créditos ECTS (European Credit Transfer System) que vincula la formación universitaria con el mundo profesional y con la libre circulación de estudiantes. Está basado en un aprendizaje por competencias adquiridas y resultados de aprendizaje, como respuesta a las exigencias de una sociedad en constante cambio y de un dinámico escenario laboral. El aprendizaje bajo este

modelo no solo está asociado a la adquisición de conocimientos por parte del estudiante, sino en el desarrollo de una serie de competencias (capacidades y destrezas) que irán en función de los correspondientes perfiles académicos y profesionales. (R.D. 55/2005 y R.D. 56/2005 de 21 de enero; R.D. 1393/2007 de 30 de octubre)

Estas competencias habilitan al egresado para el ejercicio de las tareas y funciones en un determinado ámbito profesional en el momento de integrarse en el mercado de trabajo y facilitan su adaptación hacia nuevas competencias futuras que se deriven del ejercicio de su profesión (García & Pérez, 2008)

Los planes de estudio de las nuevas titulaciones, por tanto, están organizados en módulos de formación que contienen las competencias a adquirir, y que se clasifican en:

- Competencias de formación básica: recogidas en el primer curso de las titulaciones, y comprende materias de formación básica. 60 ECTS. En el caso de los estudios de Ingeniería, asociados a la rama de conocimiento de Ingeniería y Arquitectura.
- Competencias de formación común a la rama o titulación: compuestas por asignaturas comunes para aquellos títulos conducentes a estudios de grado con especialidades. Mínimo: 60 ECTS.
- Competencias de formación en el ámbito de la tecnología específica: un mínimo de 48 créditos relacionados con especificidades de cada titulación

2.6.2. La capacidad espacial como competencia en las nuevas titulaciones de Grado en Ingeniería.

En las Órdenes CIN (órdenes del Ministerio de Ciencia e Innovación) del Boletín Oficial del estado, nº 42,43 y 44 de febrero de 2009 aparecen las directrices para la creación de los planes de estudio de las nuevas titulaciones de Grado, donde se contemplan las competencias a adquirir por parte del estudiante.

Se han revisado estas órdenes al objeto de enumerar las competencias relacionadas con la capacidad de visión espacial:

| COMPETENCIAS RELACIONADAS CON LA CAPACIDAD DE VISIÓN ESPACIAL | | |
|--|--|--|
| Formación Básica | Tecnología específica | Común a la rama |
| Todas las titulaciones de Grado en Ingeniería, excepto Grado en Ingeniería de Telecomunicaciones | Grado en Ingeniero Agrícola y del Medio Rural Grado en Ingeniería Mecánica Grado en Ingeniería de la Edificación | Grado en Ingeniería Geomática Grado en Ingeniería Forestal Grado en Ingeniería Civil |

Tabla 7.1: competencias relacionadas con la capacidad de visión espacial

Competencias de **formación básica**

- 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.

Esta competencia de formación básica está presente en todas las titulaciones de Grado en Ingeniería, con la excepción del Grado en Ingeniería de Telecomunicaciones.

Existen, a su vez, competencias de formación básica relacionadas con la capacidad de visión espacial en la titulación de Grado en Ingeniería de la Edificación.

- Capacidad de aplicar los sistemas de representación espacial, el desarrollo del croquis, la proporcionalidad, el lenguaje y las técnicas de la representación gráfica de los elementos y procesos constructivos

Como **competencia de Tecnología específica** aparece en las titulaciones:

- Grado en Ingeniero Agrícola y del Medio Rural:
 - Levantamientos y replanteos topográficos. Cartografía, Fotogrametría, sistemas de información geográfica y teledetección en agronomía.
- Grado en Ingeniería Mecánica:
 - Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica.
- Grado en Ingeniería de la Edificación:
 - Capacidad para interpretar y elaborar la documentación gráfica de un proyecto, realizar toma de datos, levantamientos de planos y el control geométrico de unidades de obra.
 - Conocimiento de los procedimientos y métodos infográficos y cartográficos en el campo de la edificación.
 - Aptitud para trabajar con la instrumentación topográfica y proceder al levantamiento de solares y edificios y su replanteo en el terreno.

Competencias **comunes a la rama** en distintas titulaciones:

- Común a la rama topográfica (Grado en Ingeniería Geomática)
 - Conocimiento, utilización y aplicación de instrumentos y métodos topográficos adecuados para la realización de levantamientos y replanteos.
 - Conocimiento, aplicación y análisis de los procesos de tratamiento de imágenes digitales e información espacial, procedentes de sensores aerotransportados y satélites.
 - Diseño, producción y difusión de la cartografía básica y temática; Implementación, gestión y explotación de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

- Común a la rama forestal (Grado en Ingeniería Forestal)
 - Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Topografía, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

- Común a la rama civil (Grado en Ingeniería Civil)
 - Conocimiento de las técnicas topográficas imprescindibles para obtener mediciones, formar planos, establecer trazados, llevar al terreno geometrías definidas o controlar movimientos de estructuras u obras de tierra.

Además de los nuevos Grados en Ingeniería, competencias relacionadas con la capacidad de visión espacial están presentes en otras titulaciones de Grado como por ejemplo:

- Grado en Geografía y ordenación del Territorio: desarrollar las habilidades específicas relacionadas con el conocimiento de técnicas de trabajo, en especial las relacionadas con la obtención, análisis, tratamiento y expresión cartográfica y gráfica de la información geográfica, así como las que hacen referencia al trabajo de campo (como competencia específica).
- Grado en Turismo: dentro de las asignaturas Tecnologías de la Información Geográfica Orientada a la Gestión de Destino Turístico y Tecnología de la Información Geográfica orientada al análisis y diagnóstico de los recursos turísticos.
- Grado en Bellas Artes: se contemplan competencias genéricas para todas las facultades de Bellas Artes, entre las cuales figura la de elegir el sistema de representación adecuado y la capacidad de aplicar profesionalmente tecnologías específicas. Cada Facultad incluye, al realizar las guías docentes de las asignaturas del Grado, competencias específicas entre las que destacan la adquisición de destrezas gráfica y manual y visión espacial y la capacidad para la utilización de las técnicas de representación manual e informáticas más avanzadas (Facultad de Bellas Artes, Altea-Alicante); la capacidad de visión espacial (Universidad de Vigo); habilidad para trabajar en la bidimensionalidad y la tridimensionalidad (Universidad de Vigo) y, finalmente, incrementar la capacidad visual perceptiva (Universidad Politécnica de Valencia).

2.6.3. La capacidad espacial en los planes de estudio de las Ingenierías de ámbito marítimo.

En el ámbito marítimo la capacidad de visión espacial interviene en la interpretación de planos de instalaciones, al visualizar sus distintos componentes en dos y tres dimensiones, así como en la configuración y mecanizado de piezas donde se trabaja en un entorno 3D. Se trabaja, además, con cartografía náutica en la determinación de la situación, la navegación y en el control de la derrota.

En la formación de futuros marinos, el código STCW establece la obligación del uso de simuladores, donde interviene también la capacidad de visión espacial. Al manejar simuladores para propulsión y sistemas auxiliares del buque, la información disponible está en dos dimensiones y es necesaria la visualización tridimensional, que facilitará las tareas de operación y mantenimiento y aportará mejoras en parámetros ergonómicos.

En el Libro Blanco de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) de los títulos de Grado en Ingeniería Náutica e Ingeniería Marina se contemplan como destrezas, habilidades y competencias a adquirir el *“Conocer los distintos sistemas de representación. Interpretar la cartografía náutica y los distintos planos existentes a bordo”* dentro de unos conocimientos formativos mínimos que incluyen, como conocimientos transversales, el *“Trazado de proyecciones cartográficas náuticas. Proyecciones diédricas y triédricas. Secciones y cortes de piezas y acotación. Representación en perspectiva isométrica. Trazado del plano de Formas”* .

Así mismo, en el Bloque de Materias Básicas científicas aparece también la concepción espacial dentro de los contenidos formativos mínimos asociados a la materia “Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador”, señalando como destrezas, habilidades y competencias a adquirir el conocer el *lenguaje gráfico de*

los sistemas de representación establecidos en la Ingeniería y el introducir al estudiante en el manejo de las aplicaciones de Diseño Asistido por Ordenador.

En la materia “Navegación, Comunicaciones y Control de la Derrota” aparecen también conocimientos formativos mínimos en torno a los *sistemas de posicionamiento y cartografía náutica, destinados a desarrollar destrezas, habilidades y competencias relacionadas con la navegación y la determinación de la situación.*

2.6.3.1. La capacidad espacial en los títulos de grado en Ingeniería Marina, Ingeniería en Radioelectrónica Naval e Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo de la Universidad de La Laguna

En estos títulos de Grado, las competencias engloban aquellos conocimientos relativos a la actividad profesional que son resultado del aprendizaje. Son competencias decisivas para la identificación de las titulaciones y pueden clasificarse, para los Grados en Ingeniería Marina e Ingeniería Radioelectrónica Naval en:

- Competencias académicas: resultan directamente de la formación académica universitaria (resultados del aprendizaje). Estas competencias corresponden a los conocimientos aprendidos y a los métodos utilizados para el aprendizaje.
 - Generales: producto del acuerdo entre el COMME (Colegio de Oficiales de la Marina Mercante Española) y las universidades Españolas.
 - Básicas: acordadas por las Comisiones de Elaboración del Plan de Estudios en la ULL, comunes al resto de Ingenierías y formación Marítima Náutica común.

- Específicas: acordadas por las Comisiones de Elaboración del Plan de Estudios, pero específicas en Ingeniería Marina
- Transversales: acordadas en la Universidad de La Laguna, describen la transversalidad que tiene cada una de las asignaturas
- Competencias profesionales: describen las capacidades y actuaciones a desarrollar por un egresado en el mundo laboral.

Graduado en Ingeniería Marina

Entre las competencias académicas que deben adquirirse, como mínimo, según acuerdo tomado en Bilbao el 21 de enero de 2009 entre las siete Escuelas Técnicas Superiores y Facultades de Náutica de las Universidades españolas y el Colegio Oficial de la Marina Mercante, aparece la concepción espacial, junto con las técnicas de representación, normalización, diseño asistido por ordenador y fundamentos del diseño industrial dentro del apartado de competencias asociadas a la capacidad y comprensión para la resolución de problemas (formación básica).

Así mismo, la *concepción espacial, junto con la expresión, conocimiento y comprensión de las técnicas de representación, diseño asistido por ordenador, fundamentos del diseño industrial y la interpretación de planos de instalaciones marinas* figuran como resultados de aprendizaje a conseguir por el estudiante.

Grado en Ingeniería Radioelectrónica Naval

Las competencias generales y específicas que los estudiantes deben adquirir durante sus estudios se reflejan en el R.D. 1837/2000, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Inspección y Certificación de Buques Civiles, así como la Orden FOM/3479/2002 de 27 de diciembre, por la que se regula la firma y visado de documentos a que se refiere el anterior Real Decreto.

Entre las competencias académicas que deben adquirirse, como mínimo, según acuerdo tomado en Bilbao el 21 de enero de 2009 entre las siete Escuelas Técnicas Superiores y Facultades de Náutica de las Universidades españolas y el Colegio Oficial de la Marina Mercante, aparece la *concepción espacial*, junto con las *técnicas de representación, normalización, diseño asistido por ordenador y fundamentos del diseño industrial* dentro del apartado de competencias asociadas a la capacidad y comprensión para la resolución de problemas (formación básica).

Como ocurre en el Grado en Ingeniería Marina, la *concepción espacial, junto con la expresión, conocimiento y comprensión de las técnicas de representación, diseño asistido por ordenador, fundamentos del diseño industrial y la interpretación de planos de instalaciones marinas* figuran como resultados de aprendizaje a conseguir por el estudiante.

Grado en Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo

El título de Grado en Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo tiene como objetivo principal proporcionar los conocimientos y técnicas básicas, así como las capacidades y destrezas que debe tener a sus disposición un Piloto de la Marina Mercante para desarrollar su actividad profesional.

La disposición transitoria cuarta del R.D. 1393/2007, establece que a los títulos universitarios vinculados a actividades profesionales reguladas, serán de aplicación las actuales directrices generales de los títulos correspondientes, tanto académico (Diplomado en Navegación Marítima I) como profesional (Piloto de la Marina Mercante).

Las competencias a adquirir tienen una clasificación algo diferente de las anteriores:

- Competencias disciplinares y académicas: resultan directamente de la formación académica universitaria (resultados del aprendizaje). Estas competencias responden a los conocimientos aprendidos y a los métodos utilizados para el aprendizaje. A su vez, los objetivos académicos se dividen en dos partes:
 - o Generales: comunes a las tres carreras de la ETS de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval (Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo, Ingeniería Marítima e Ingeniería Radioelectrónica)
 - o Específicos: los propios del perfil de Grado en Graduado/a en Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo.
- Competencias profesionales: describen las capacidades y actuaciones a desarrollar por un egresado en el mundo laboral. Las competencias profesionales se centran en el puesto de trabajo a desempeñar y en el campo de actuación laboral.

En el Grado en Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo se contempla la *concepción espacial* dentro de las competencias profesionales a adquirir por el estudiante.

Como ocurre en el Grado en Ingeniería Marina y en el Grado en Radioelectrónica Naval, la *concepción espacial*, junto con la *expresión, conocimiento y comprensión de las técnicas de representación, diseño asistido por ordenador, fundamentos del diseño industrial y la interpretación de planos de instalaciones marinas* figuran como resultados de aprendizaje a conseguir por el estudiante.

2.7. Innovación docente para el desarrollo de habilidades espaciales realizada con anterioridad a esta tesis en la Universidad de La Laguna.

Algunos autores respaldan la hipótesis de que las habilidades espaciales se pueden mejorar con el entrenamiento utilizando herramientas adecuadas que faciliten la comprensión de los conceptos y de las relaciones entre las representaciones bidimensionales y tridimensionales (Saorín, 2006). Es decir, 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, Mckel, & Kelley, 1999; Potter & Van der Merwe, 2003).

De la revisión bibliográfica efectuada se observa la unanimidad acerca de que la capacidad espacial se puede mejorar mediante el entrenamiento (Sorby, Wysocky, & Baartmans, 2003).

Unido al desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación desde mediados de los años noventa, distintos grupos de investigación estudian la mejora de las habilidades espaciales. La investigación más reciente en el campo de las habilidades espaciales se centra en la relación de estas con las nuevas tecnologías (Martín-Dorta, 2009)

En el ámbito universitario español, destacar los trabajos llevadas a cabo por la Universidad de Burgos con el *Taller de visión espacial* (Ramos García, Baños, Melgosa, García & Sainz, 2001-02), una versión on-line de los ejercicios clásicos en papel así como la *Mesa de Visión* de la Universidad de Oviedo (Suárez, Rubio, Gallego & Martín, 2004), una aplicación flash en internet que ofrece una serie de aplicaciones para la mejora de la visión espacial.

En universidades extranjeras se han llevado a cabo numerosas investigaciones en torno al desarrollo de herramientas tecnológicas. Exhaustivas recopilaciones se pueden consultar en los trabajos de Saorín (2006), Marín-Dorta (2009) y Martín (2010), de entre las cuales destacamos solo aquellas que han utilizado test psicométricos para medir la validez de las herramientas desarrolladas.

- Universidad Tecnológica de Michigan (MTU), Estados Unidos, por ser un grupo muy activo en este campo. Crearon un *Manual multimedia de mejora de la visión espacial*, un CD en el que el usuario accede a contenidos relacionados con la expresión gráfica. (Sorby, Wysocki & Baartmans, 2003).
- Michigan State University/ Maharishi, Estados Unidos. Crean una aplicación denominada *Isometric Views* a través de la cual se construyen sólidos 3D. (Keller, Wasburn-Moses & Hart, 2002).
- Multimedia University, Malasia. Desarrollan una aplicación para la mejora de la rotación mental denominada *Desktop Mental Rotation Trainer* (iDeMRT) (Rafi & Samsudin, 2009).

En la Universidad de La Laguna, el Grupo de investigación DEHAES ha trabajado en el campo de la innovación docente para el desarrollo de las habilidades espaciales realizando cursos de corta duración en los que se midieron las componentes de relaciones espaciales y de visión espacial, empleando los test psicométricos MRT (Mental Rotation Test) y DAT-SR (Differential Aptitude Test/Spatial Relation Subset) (Saorín, 2006, Martín-Dorta, 2009, Martín, 2010). En estos cursos se registraron mejoras significativas en el desarrollo de estas componentes.

Los ensayos se llevaron a cabo con estudiantes de ingeniería y arquitectura de la Universidad de La Laguna.

Se citan solo aquellos en los que fueron empleadas herramientas tecnológicas, pues se hicieron también ejercicios tradicionales en papel para comparar con los resultados obtenidos en otros cursos en los que se emplearon aplicaciones en entornos virtuales.

No fue medida en ninguna de las experiencias la variable de orientación espacial, cuestión que sí será considerada en esta tesis.

El trabajo realizado abarca dos líneas de investigación:

- Innovación docente en el desarrollo de nuevas herramientas específicas para el desarrollo de habilidades espaciales.
- Innovación docente en el desarrollo de metodologías y estrategias para el desarrollo de habilidades espaciales con herramientas comerciales existentes e introducidas en el ámbito educativo.

2.7.1. Innovación docente en el desarrollo de nuevas herramientas específicas para el desarrollo de habilidades espaciales. Grupo de investigación DEHAES.

Se han diseñado las siguientes herramientas para la impartición de cursos de corta duración:

- eCIGRO. Curso 2004-2005. Se desarrolla la aplicación educacional eCIGRO por parte del grupo de investigación REGEO de la Universidad Politécnica de Valencia y la Universidad Jaume I. En la Universidad de La Laguna se realizan pruebas con esta aplicación mediante cursos de mejora. Esta herramienta, sobre una tableta gráfica o un Tablet-PC permite la visualización en tres dimensiones de perspectivas isométricas dibujadas a mano alzada sobre la pantalla. (Figura 6).

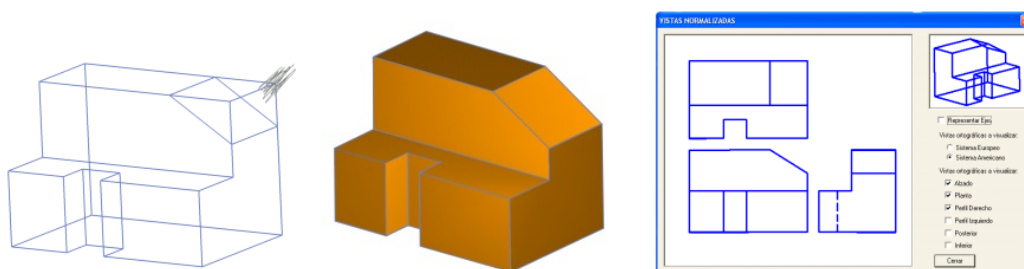


Figura 6: proceso de construcción de un sólido mediante e-CIGRO. Fuente: Saorín, 2006.

- Construyendo con bloques: Curso 2009-2010. Norena Martín-Dorta, del grupo de Investigación DEHAES, en colaboración con Isabel Sánchez Berriel, profesora del departamento de Estadística, Investigación Operativa y computación de la Universidad de La Laguna, desarrollaron la aplicación “Construyendo con Bloques” sobre dispositivos móviles de pantalla táctil. Esta herramienta utiliza la construcción con cubos al objeto de familiarizar al usuario con en entorno tridimensional y mejorar el entendimiento de la relación 2D-3D (Figura 7).



Figura 7: construyendo con bloques

- Visualization: Curso 2008-2009. Contenidos Web interactivos sobre dispositivos móviles.. Norena Martín-Dorta diseña un curso en el que se desarrollaban diferentes tipologías de ejercicios: modelos de cubos, identificación de caras y vistas, discriminación de volúmenes, rotaciones y ejercicios de cortes y secciones sobre dispositivos móviles de pantalla táctil Ipod Touch (Figura 8).



Figura 8: visualization

- AR-DEHAES: Curso 2008-2009. Aplicación para el desarrollo de las habilidades espaciales mediante tecnologías de realidad aumentada. AR-DEHAES está compuesta por un software, un vídeo explicativo de contenido teórico, un cuaderno de ejercicios y un libro interactivo 3D (Virtual Augmented Book). Se realizó un curso dividido en las fases: reconocimiento, comprensión, análisis, síntesis y evaluación. Se trata de

una herramienta cuyo diseño está confeccionado para el desarrollo de la capacidad espacial en los estudiantes de ingeniería (Figura 9).

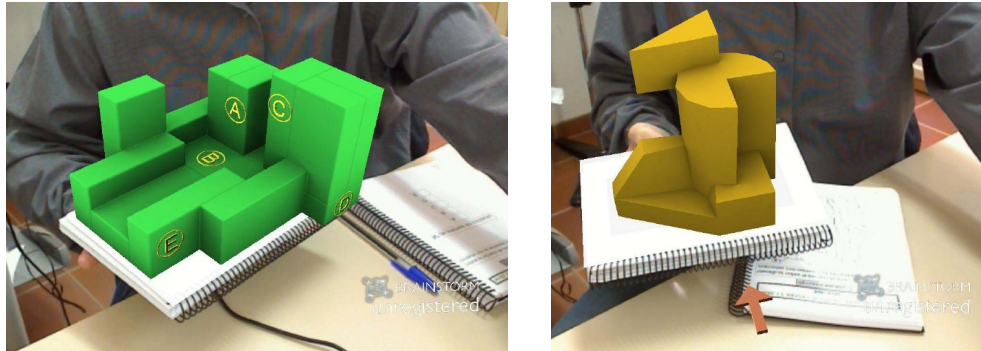


Figura 9. AR-DEHAES aplicación de Realidad Aumentada. Fuente: Martín, 2010.

- Diedro3D: Curso 2009-2010. Diedro-3D. Aplicación consistente en un visor tridimensional para la docencia de geometría descriptiva, desarrollada conjuntamente por el grupo de investigación DEHAES y el Departamento de Ingeniería Gráfica de la Universidad Politécnica de Valencia (Figura 10).

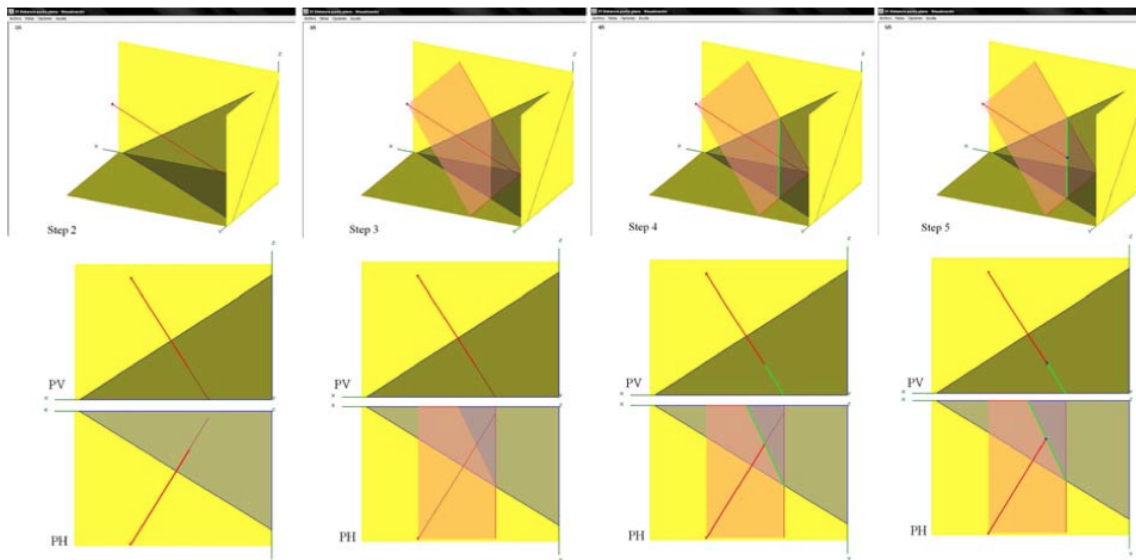


Figura 10. Diedro-3D. Escenas paso a paso y proyecciones ortogonales. Fuente: Martín, et.al., 2010

Cronología de los cursos realizados (Tabla 8):

| CURSO | Año (curso académico) | Número de alumnos participantes | Descripción Herramienta |
|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|---|
| Aplicación E-cigro | 2004-2005 | 20 | Aplicación de boceado por ordenador desarrollado por el grupo de investigación REGEO |
| Construyendo con Bloques | 2009-2010 | 26 | Aplicación sobre dispositivos móviles de pantalla táctil (Ipod Touch) |
| Visualization | 2008-2009 | 68 | Aplicaciones: modelos de cubos, identificación de caras y vistas, discriminación de volúmenes, rotaciones y ejercicios de cortes y secciones. |
| Diedro-3D | 2009-2010 | 445 | Aplicación para la enseñanza del Sistema Diédrico. |
| AR-Dehaes | 2008-2009 y 2010-2011 | 24 200 | Aplicación para el desarrollo de las habilidades espaciales mediante tecnologías de realidad aumentada. |

Tabla 8. Cursos de corta duración con herramientas desarrolladas específicamente.

2.7.2. Innovación docente en el desarrollo de metodologías y estrategias para el desarrollo de habilidades espaciales con herramientas comerciales existentes e introducidas en el ámbito educativo. Grupo de investigación DEHAES.

A diferencia del anterior apartado, en este epígrafe se enumeran una serie de cursos de corta duración realizados en la Universidad de La Laguna para la mejora de las habilidades espaciales pero utilizando herramientas tecnológicas ya existentes como software de modelado 3D Google SketchUp, videojuegos en PC y en plataformas móviles como dispositivos Nintendo DS y tecnología de Realidad Aumentada.

Los cursos de corta duración celebrados han sido:

- Aplicaciones web. Curso 2004-2005. Se realizan cursos con aplicaciones pseudolúdicas on-line con acceso libre y gratuito para la mejora de la visión espacial. Se emplean juegos, aplicaciones de construcción de

figuras en tres dimensiones, aplicaciones de figuras tridimensionales con rotaciones, aplicaciones de vistas y secciones de piezas así como el taller de visión espacial de la Universidad de Burgos (Ramos García, Baños, Melgosa, García & Sainz, 2001-02) citado anteriormente (Figura 11).

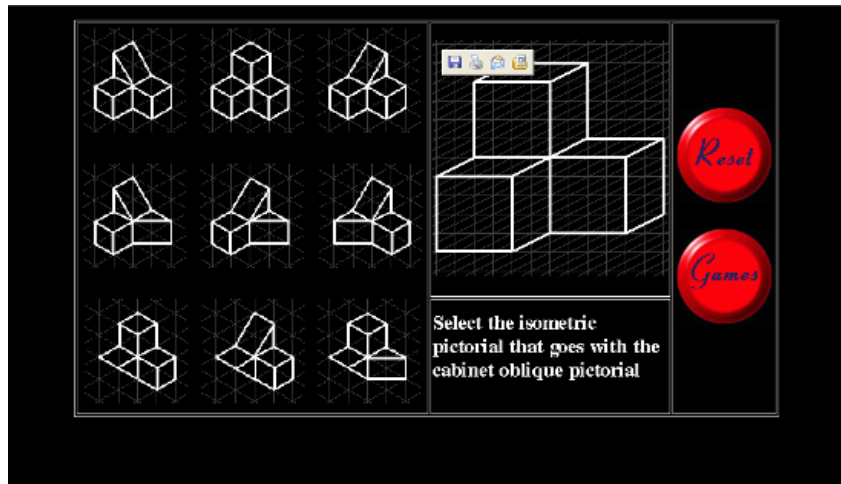


Figura 11: Ejemplo de aplicación web para la mejora de las habilidades espaciales. Fuente: Saorín, 2006.

- GoogleSketchUp. Curso 2006-2007. Se lleva a cabo un estudio piloto con software de modelado 3D no técnico, la aplicación GoogleSketchUp. Es un curso planificado en niveles basado en la construcción de modelos 3D a partir de piezas reales de aluminio, modelado 3D de objetos cotidianos (una mesa, un teléfono, una silla... etc), construcción de modelos 3D partiendo de vistas isométricas dadas en papel y, finalmente, construcción de modelos 3D a partir de vistas ortogonales normalizadas. Este curso ha constituido la base sobre la cual se ha rediseñado el mismo y ha dado lugar al Taller de Modelado 3D descrito en el capítulo 6 de esta tesis (Figura 12).

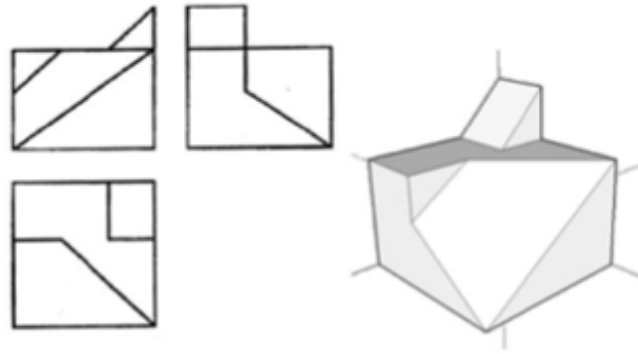


Figura 12: Ejemplo de ejercicio con Google SketcUp

- Videojuegos. Curso 2007-2008. Utilizando videojuegos como el Tetris Arena, Tetris Revolution, Tetris Block 3D y Tetris Nintendo Ds se realizan cursos utilizando plataformas PC y videoconsolas Nintendo Ds (Figura 13).

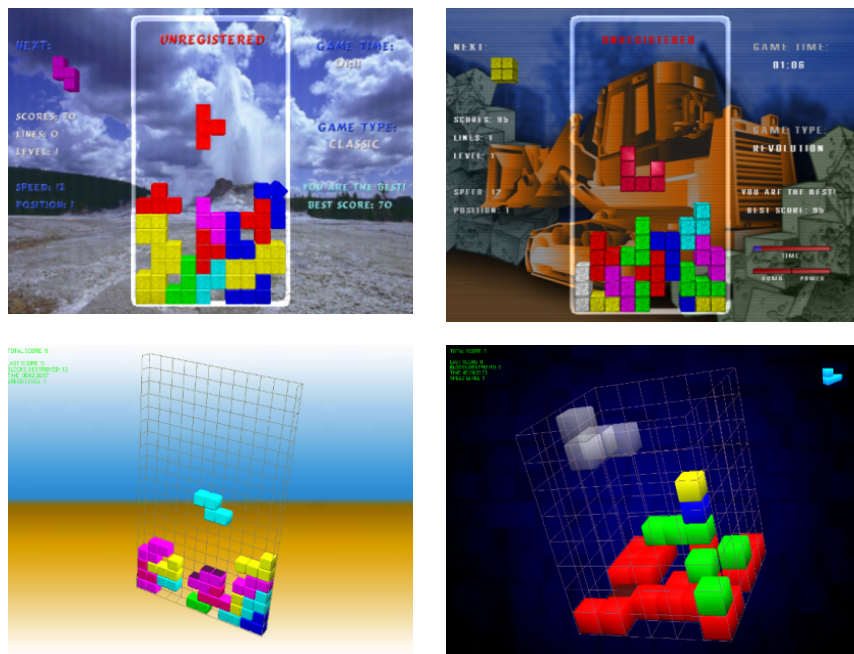


Figura 13: Tetris Arena. Classic Mode, Tetris Revolution. Revolution mode, Tetris Block 3D. Mega Tris Mode, Tetris Block 3D. Tetris 3D Mode. Fuente: Martín, 2010.

- Taller de Modelado 3D. Curso 2010-2011. Se parte del taller realizado en el curso 2006-2007 con Google SketchUp y se rediseña por completo, modificando la estructura, materiales y contenidos (Figura 14). Se publica, por parte del grupo de investigación DEHAES, el libro “Tecnologías Gráficas Avanzadas aplicadas al Análisis de las Formas y su Representación”, de los autores Jorge de La Torre Cantero, Jose Luis Saorín, Norena Martín y Manuel Contero.

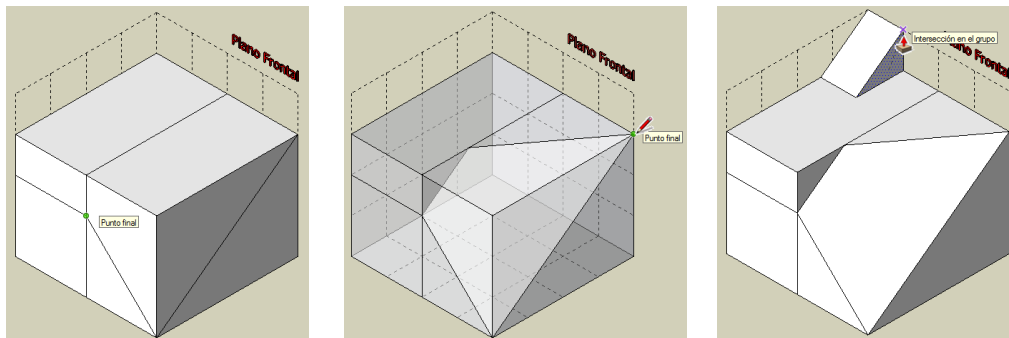
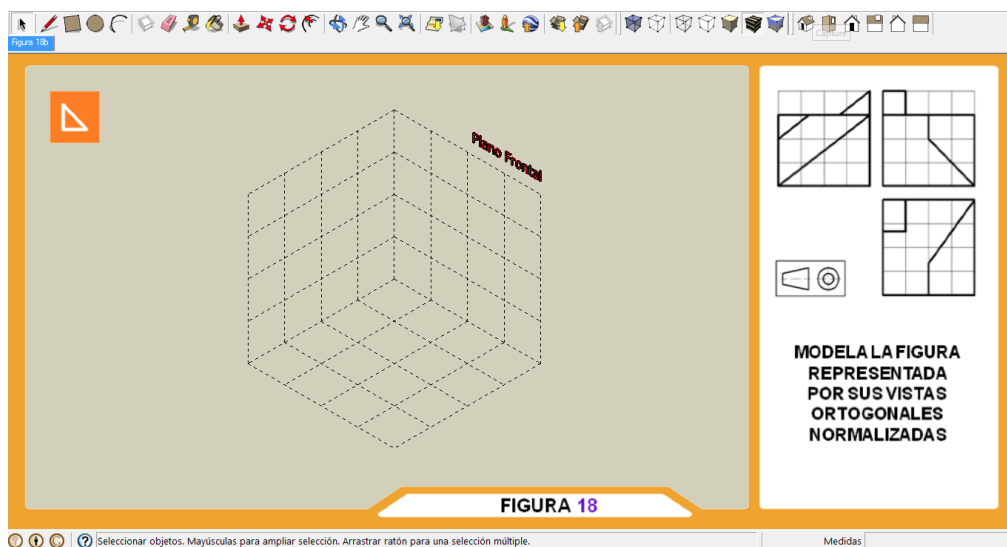


Figura 14: Ejemplo de ejercicio con Google SketcUp

Cronología de los cursos realizados (Tabla 9):

| CURSO | Año (curso académico) | Número de alumnos participantes | Descripción Herramienta |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------|--|
| Aplicaciones Web | 2004-2005 | 20 | Aplicaciones pseudolúdicas on-line (juegos, y aplicaciones tridimensionales con vistas y secciones) |
| Google SketchUp | 2006-2007 | 40 | Software de modelado 3D no técnico. 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. |
| Taller Modelado 3D | 2010-2011 | 55 | Rediseño del taller de modelado 3D del curso 2006-2007. |

Tabla 9. Cursos de corta duración con herramientas existentes.

2.8. Innovación docente para el desarrollo de habilidades espaciales desarrollada en esta tesis.

Con posterioridad a los cursos descritos en 2.7.1. y 2.7.2., en esta tesis se han desarrollado herramientas de innovación docente en forma de talleres de corta duración utilizando Tecnologías de Información Geográfica y dispositivos de pantalla táctil de gran formato (iPad), en los que se estudia la mejora de habilidades espaciales en torno a las componentes relaciones espaciales y visualización espacial analizadas en los trabajos precedentes, e introduciendo el estudio de una tercera componente: la orientación espacial. Con respecto a esta componente se ha desarrollado una aplicación informática específica para su medida.

Esta tesis aporta como nuevas estrategias de innovación docente:

- **Taller de mejora de la orientación espacial mediante el uso de Tecnologías de Información Geográfica (Taller IDE):** se emplea el Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España.
- **Taller de mejora de la orientación espacial mediante el uso de Tablet-Pc (Taller tablet-TIG):** 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.

De los talleres realizados con anterioridad a esta tesis por el grupo de investigación DEHAES, se llevó a cabo una experiencia con alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval, partiendo del curso impartido en el 2006-2007 con Google SketchUp sobre el que se rediseñó su estructura, materiales y contenidos.

- **Taller de Modelado Tridimensional (Modelado 3D):** consiste en un taller utilizando la herramienta Google SketchUp7 para el modelado 3D. Se describe con profundidad en el capítulo 6 de esta tesis.

Estos tres talleres, que constituyen el estudio de campo de esta tesis, han sido desarrollados con alumnos de Grado de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna, así como otros grupos de interés relacionados con las tecnologías empleadas (alumnos de otras ramas de Grado en Ingeniería y alumnos de Grado en Geografía) y que no se habían considerado en las experiencias anteriores. Se ha realizado, a su vez, uno de los talleres en la Universidad de Lieja, Bélgica (Tabla 10).

| TALLER | Curso académico | Número de alumnos participantes | Titulación |
|--------------------|-----------------|---------------------------------|---|
| Taller IDE. | 2009-2010 | 46 | Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de La Laguna |
| | 2009-2010 | 6 | Licenciado en Geografía. Universidad de La Laguna. |
| | 2011-2012 | 38 | Grado en Ingeniería Marina, Grado en Ingeniería Radioelectrónica Naval y Grado en Ingeniería Náutica y Náutica y Transporte Marítimo. |
| Taller tablet-TIG | 2009-2010 | 19 | Grado en Ingeniería Civil. Universidad de La Laguna. |
| | 2009-2010 | 9 | Master Ingeniería. Haute Ecole Charlemagne. Universidad de Lieja, Bélgica. |
| | 2009-2010 | 15 | Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Laguna. |
| | 2010-2011 | 13 | Grado en Ingeniería Marina, Grado en Ingeniería Radioelectrónica Naval y Grado en Ingeniería Náutica y Náutica y Transporte Marítimo. |
| | 2010-2011 | 13 | Grado en Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de La Laguna. |
| Taller Modelado 3D | 2010-2011 | 26 | Grado en Ingeniería Marina, Grado en Ingeniería Radioelectrónica Naval y Grado en Ingeniería Náutica y Náutica y Transporte Marítimo |

Tabla 10. Talleres realizados en el curso de esta Tesis.

2.9. La capacidad espacial y el género

Existe consenso en la comunidad científica sobre el hecho de que las en tareas que requieren procesos de habilidades espaciales los hombres muestran ventaja respecto de las mujeres. (Linn & Petersen, 1985; Voyer, Nolan, & Voyer, 2000; Voyer, Voyer, & Bryden, 1995).

En concreto, los hombres tienen ventaja en tareas de relaciones espaciales, existiendo diferencias muy pequeñas o nulas en visualización espacial. Respecto a la orientación espacial es preciso profundizar en su análisis para llegar a alguna conclusión.

Relaciones Espaciales: Investigaciones llevadas a cabo (Luehring & Altman, 2000; Walter, Roberts, & Brownlow, 2000; Cladellas & Castelló, 2008; Burin, Delgado & Prieto, 2000; Linn & Petersen, 1985) ponen de manifiesto que el sexo masculino es más rápido y comete menos errores que el femenino en tareas en las que se requiere la rotación mental. Otros autores también afirman que la superioridad de los hombres está más demostrada en tareas de rotación mental (Harris, 1978). Estas diferencias se pueden acortar o incluso eliminar con entrenamiento específico basado en ejercicios de rotaciones mentales (Turos & Ervin, 2000).

Visión espacial: Las diferencias por género son muy pequeñas o poco significativas, y en ocasiones nulas sobre la capacidad de visión espacial (Sorby, 1999; Burin, Delgado & Prieto, 2000; Linn & Petersen, 1985; Harris, 1978). El entrenamiento específico mejora de forma semejante en hombres y en mujeres (Prieto, G., Velasco, Arias-Barahona, Anido, Núñez, & Có, 2008).

Respecto a estas dos componentes, Saorín (2006) realizó un análisis multivariable con 460 alumnos universitarios al objeto de establecer una relación entre las variables conocidas de los alumnos a través de encuestas y sus resultados en los test MRT y DAT. Se empleó el método de regresión lineal multivariante introduciendo, entre otras analizadas en ese estudio, las variables dicotómicas (es decir, solo pueden tener dos valores, 0 y 1) de sexo como mujer=1, hombre=0. El resultado de este análisis coincide con lo descrito anteriormente: el sexo tiene influencia en los resultados obtenidos por los participantes en su capacidad de relaciones espaciales (test MRT) pero que no tiene influencia en su capacidad de visión espacial (test DAT).

Orientación espacial: Existe cierta controversia al respecto. Se han obtenido resultados contradictorios cuando se ha medido la capacidad de orientación espacial (Lawton & Morrin, 1999; Palermo et. al., 2008; Bosco, et.al., 2004; Sdalla & Montello, 1989)

A la luz de una primera revisión bibliográfica no se puede concluir que existan diferencias de género respecto a la orientación espacial. Una revisión en profundidad como la de Coluccia y Louse (2004) arroja más datos sobre la cuestión. Estos investigadores hicieron una recopilación de todos los estudios experimentales sobre género y orientación espacial llevados a cabo en el período comprendido entre los años 1983 y 2003. En esta recopilación de 83 experiencias detectaron que el hombre tenía ventaja respecto a la mujer en un 49,28% de los casos, y que en un 40,58% de los casos no aparecían diferencias de género

Para encontrar un factor que explicara la presencia o no de diferencias de género en la orientación espacial se agruparon las experiencias en función de dos factores:

a) en función de los factores del entorno que se pueden dar a la hora de estudiar la orientación espacial:

- Estudios sobre orientación espacial en entornos reales: se recogieron experiencias realizadas en bosques (Malinowski & Gillespie, 2001), edificios (Sadalla & Montello, 1989; Lawton, 1996; Lawton, Charleston, & Zieles, 1996) y en un campus universitario (Kirasic, Allen, & Siegel, 1984; Montello & Pick, 1993; Saucier et al., 2002).
- Estudios sobre orientación espacial en entornos simulados: comprenden experiencias con simulaciones tridimensionales en ordenador (Moffat, Hampson, & Hatzipantelis, 1998; Lawton & Morrin, 1999; Sandstrom, Kaufman, & Huettel, 1998; Waller et al., 2001), vídeo (O'Laughlin & Brubaker, 1998) y diapositivas (Holding & Holding, 1989).
- Estudios sobre orientación espacial con mapas: en estos estudios, similares en cuanto al entorno utilizado a los realizados en esta tesis, se trabaja con un escenario cartográfico (McGuinness & Sparks, 1983;

Miller & Santoni, 1986; Ward, Newcombe, & Overton, 1986; O’Laughlin & Brubaker, 1998; Galea & Kimura, 1993; Dabbs, Chang, & Strong, 1998; Brown et al., 1998; Coluccia & Martello, 2004; Ferrero, 2006; Gálvez, 1985).

La tabla 11 muestra los resultados obtenidos en los diferentes entornos:

| Experiencia/Entorno | Hombre>Mujer | Hombre=Mujer | Hombre<Mujer |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| Entorno real | 58,82% | 41,18% | 0% |
| Entorno simulado | 57,14% | 42,86% | 0% |
| Mapas | 42,11% | 39,47% | 18,42% |

Tabla 11: Orientación espacial por género en diferentes entornos. Fuente: Coluccia & Louse, 2004.

Se observa que la ventaja de los hombres en actividades relacionadas con la orientación espacial en entornos reales y simulados o virtuales es mayor que cuando se trabaja un entorno cartográfico.

b) en función de tareas básicas relacionadas con la orientación.

- **Pointing Tasks:** se contemplan experiencias de orientación de direcciones determinadas utilizando ejercicios en diversos soportes como el papel (Kirasic et al., 1984; Holding & Holding, 1989; Galea & Kimura, 1993; Lawton et al., 1996) o otros como círculos en cartón con una flecha para indicar una dirección (Sadalla & Montello, 1989; Montello & Pick, 1993; Lawton, 1996; Lawton & Morrin, 1999; Waller et al., 2001).
- **Recorridos:** se desarrollan tareas relacionadas con ir de un lugar a otro auxiliándose de pistas, como por ejemplo las carreras de orientación (Schmitz, 1997; Saucier et al., 2002; Devlin & Bernstein, 1995; Moffat et al., 1998; Sandstrom et al., 1998; Coluccia & Martello, 2004; Lawton et al., 1996; Malinowski & Gillespie, 2001).

- Trazado de croquis/mapas: (McGuinness & Sparks, 1983; Taylor & Tversky, 1992b; O’Laughlin & Brubaker, 1998).
- Estimación de distancia: se estima la distancia de un recorrido: (Holding & Holding, 1989; Galea & Kimura, 1993; Coluccia & Martello, 2004).

La tabla 12 muestra los resultados obtenidos en función de tareas básicas relacionadas con la orientación:

| Experiencia/Tarea | Hombre>Mujer | Hombre=Mujer | Hombre<Mujer |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Pointing Task | 64,29% | 35,71% | 0 % |
| Recorridos | 61,11% | 38,89% | 0 % |
| Dibujo de un croquis/mapa | 54,55% | 27,27% | 18,18% |
| Estimación de distancia | 28,57% | 71,43% | 0% |

Tabla 12: Orientación espacial en función de tareas básicas relacionadas con la orientación.
Fuente: Coluccia & Louse, 2004.

Se puede observar cómo en todas las tareas, excepto en la relacionada con la estimación de la distancia, existe un elevado porcentaje de casos en los que el hombre obtiene mejores resultados (64,29%, 61,11% y 54,55% respectivamente). También es de destacar el hecho de que los porcentajes que expresan que no hay diferencias son altos (35,71%, 38,89% y 27,27% respectivamente). En estimación de distancia la igualdad es muy alta (71,43%).

Solo en el dibujo de croquis y/o mapas la mujer aventaja al hombre en un 18,18% de los casos, lo cual coincide con el resultado obtenido de la experiencia en función de los factores relacionados con el entorno: las mujeres obtienen mejores resultados en entornos cartográficos. Hegarty & Wolbers (2010) corroboran esta afirmación.

Otros estudios como los de Gilmartin & Patton (1984) sobre el uso de mapas y el conocimiento geo-cartográfico, así como la realización de recorridos de orientación ponen de manifiesto que en lo que respecta a las ciencias cartográficas no existen claras diferencias por género en cuanto a la identificación de simbología, planificación de rutas y orientación en un recorrido (Martín, 2010). Investigaciones llevadas a cabo por Hegarty, Montello, Richardson, Ishikawa, & Lovelace (2006) coinciden en no hallar diferencias a pequeña escala, pero a gran escala sí aparecen esas diferencias. Concluyen en afirmar que los hombres tienen mejor sentido de la orientación espacial que las mujeres.

Como en las componentes anteriores, existe una relación entre el entrenamiento y la capacidad de orientación espacial. Kitchin, Blades & Golledge (1997) apuestan por el diseño de estrategias entre psicólogos y geógrafos en este sentido.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA VERSIÓN DIGITAL DEL PERSPECTIVE TAKING SPATIAL ORIENTATION TEST.

3.1 Introducción

En la revisión bibliográfica sobre la medida de la orientación espacial se detecta con un doble problema: la escasez de test psicométricos diseñados específicamente para su medida y las dudas sobre si, efectivamente, se está midiendo orientación espacial u otras componentes de la capacidad espacial como las relaciones espaciales o la visión espacial. El objetivo planteado era encontrar un test validado y que ofreciera plenas garantías respecto de la medida de la orientación espacial. Disponer de una herramienta de medida eficaz supone una gran ayuda para evaluar si las metodologías docentes desarrolladas en este trabajo sirven para mejorar la capacidad de orientación espacial.

Una vez seleccionado el test se observó que el soporte utilizado, el papel, presentaba algunas limitaciones para su uso a gran escala, lo que propició el desarrollo de una aplicación informática del mismo que subsanara estas limitaciones. Para comprobar su validez se recoge una experiencia con 158 estudiantes universitarios.

3.2 El Guilford-Zimmerman Orientation Survey Test y el problema de la disociación de componentes

De la revisión bibliográfica efectuada se desprende que el Guilford-Zimmerman Orientation Survey Test (Guilford & Zimmerman, 1948) ha sido el test más utilizado para la medida de la orientación espacial (Kozhevnikov & Hegarty, 2001; Hegarty & Waller, 2004; Kysitsis & Gulliver, 2009). Algunos autores se refieren a el con el nombre Guilford-Zimmerman Spatial Orientation test

(Kozhevnikov & Heharty, 2001), aunque en ambos casos, Guilford-Zimmerman Orientation Survey Test y Guilford-Zimmerman Spatial Orientation Test se trata del mismo test.

En él se le ofrecen al participante dos vistas diferentes del paisaje de un lago visto desde la proa de una embarcación. Entre esas dos vistas el barco se ha movido ligeramente. El participante tiene que seleccionar uno de entre cinco diagramas (A,B,C,D, y E) para determinar cómo ha cambiado la posición del barco. Cada diagrama muestra un punto que representa la posición anterior de la proa y un guión que representa la nueva posición. Los cambios en la posición del barco incluyen una combinación del giro de la proa (es decir, la rotación) y el avance del barco así como su traslación en sentido lateral (Figura 15).

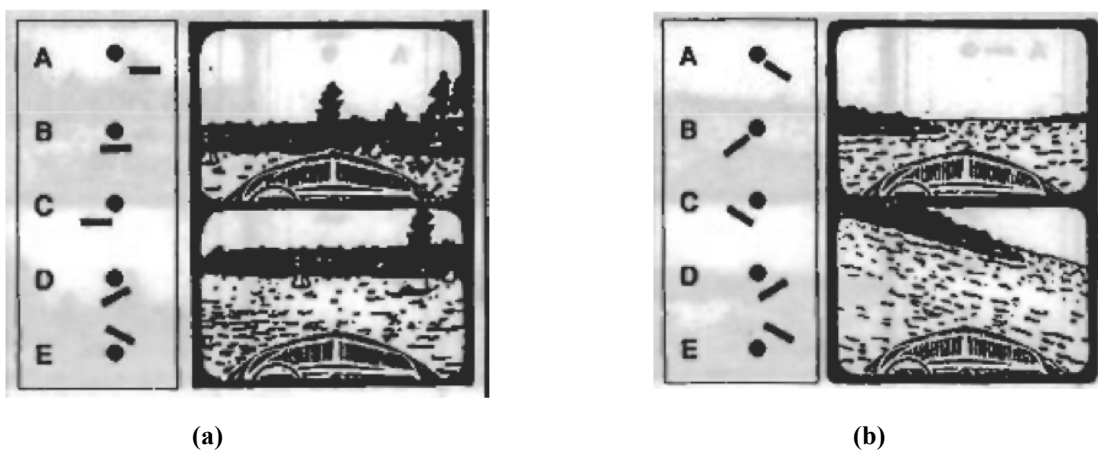


Figura 15. Ejemplo Guilford-Zimmerman Orientation Survey Test. Fuente: Kyritsis & Gulliver, 2009.

En el ejemplo de la figura 15, en la imagen (a) el barco se ha movido hacia abajo y a la izquierda. La opción C sería la correcta. En la imagen (b) el barco se ha desplazado a la izquierda hacia abajo y ha rotado a la izquierda. La respuesta correcta sería la B.

La calidad de las imágenes que presenta es muy baja debido a la gran dificultad en conseguir una versión original del mismo pues el editor que en su día lo publicó ya no se encuentra en activo y no se ha localizado ningún ejemplar

original procedente de otros editores. Kyritsis y Gulliver (2009) incluso solicitaron un ejemplar a la Biblioteca Británica, entidad que respondió no tener ningún original ni copia del test. Estos investigadores utilizaron imágenes procedentes de una copia facilitada por el Dr. Darken, investigador en el área del razonamiento espacial, copia que fue remitida en el año 2009 al fondo documental de la Biblioteca Británica. Reproducciones de esa copia son las que se muestran en la figura 15.

En un trabajo llevado a cabo con este test por Kyristis y Gulliver (2009) detectaron que el 98% de los participantes manifestaron tener problemas de interpretación con el código de símbolos, el cual les resultaba complicado y muy confuso para elegir la respuesta correcta sobre el movimiento experimentado por la embarcación. Estos autores afirman que el sistema de respuesta del test, basado en una simbología de puntos y líneas, confunde al usuario, lo que provoca que el test no refleje simplemente la orientación espacial del participante, sino una combinación de ésta y de sus habilidades cognitivas.

Otro de los problemas que planteaba este test es que no resolvía la disociación entre la orientación espacial y otras componentes como la visualización espacial y las relaciones espaciales, debido a que el test se apoya más en girar mentalmente el objeto que en reorientarse uno mismo (Barratt, 1953, Carpenter y Just, 1986, Carroll, 1993). Experiencias como las de Barratt (1953) demostraron que la mayoría de los alumnos a los que se les sometió al test utilizaron la rotación mental en lugar de la orientación. Este autor indicaba que para medir la orientación espacial es necesario que el test que se emplee contenga ítems en los que se incluyan cambios de orientación mayores de 90° o más, cuando el Guilford-Zimmerman Survey Orientation Test solo abarca 30° aproximadamente. Sobre este punto Kozhevnikov y Hergarty (2001) concluyeron que el Guilford-Zimmerman Orientation Survey Test es un test poco válido para medir la orientación espacial porque no trabaja con grandes cambios de perspectiva, limitados a 30°.

Establecer una disociación entre componentes de las habilidades espaciales como la orientación espacial, la rotación mental y la visión espacial no es sencillo. De hecho, la clasificación de Linn & Petersen (1985) las incluye como una misma subcomponente. Aunque muchos investigadores apoyaron la existencia de esta disociación entre componentes (Guilford & Zimmerman, 1948; McGee, 1979; Thurstone, 1950) otros estudios la cuestionaban. Lohman (1979) concluyó que el de Guilford-Zimmerman Survey Orientation Test medía a la vez orientación espacial y visión espacial.

En uno de los principales meta-análisis sobre investigación de análisis factorial, Carroll (1993) no encontró evidencia de la separabilidad entre la visualización y la orientación espacial. Otros investigadores, en cambio, (Simons & Wnag, 1998) basaban la disociación entre orientación espacial y rotación espacial en tareas de reconocimiento de objetos, en las que los participantes tenían dificultad en reconocer cambios en los objetos después de someterlos a una rotación, pero en cambio no tenían problemas en el reconocimiento de objetos tras un cambio de perspectiva respecto de su posición original. Investigaciones posteriores (Kozhevnikov & Hegarty, 2001; Hegarty & Waller, 2004) resolvieron finalmente la cuestión.

3.3. El Perspective/Taking Spatial Orientation Test.

3.3.1. Antecedentes: el Object Perspective Taking Test

Kozhevnikov & Hegarty (2001), de la Universidad de Santa Barbara, California, concluyeron que la confusión en la distinción de las componentes radicaba en no había test psicométricos específicos para medir la orientación espacial y realizaron un test psicométrico específico para la medida de la orientación espacial que resolviera este conflicto: el Object Perspective Taking Test, que tras una revisión en el año 2004 pasaría a denominarse Perspective Taking/Spatial Orientation Test.

Se inspiraron en los tipos de estímulo usados en estudios experimentales de orientación espacial (Hintzman, O'Dell, & Arndt, 1981; Shelton & McNamara, 1997; Simons & Wang, 1998).

Los participantes en las pruebas de este nuevo test manifestaron que la estrategia dominante para resolver el test era imaginarse a ellos mismos reorientados con respecto a cada situación que se planteaba. Solo uno de los participantes en el experimento afirmó haber realizado rotaciones para resolver el test. Este resultado de la encuesta ya sugería que, efectivamente, era la orientación espacial lo que se estaba midiendo y no la visualización espacial.

Detectaron, además, evidencias sobre errores sistemáticos en los que los participantes confundían izquierda con derecha así como delante con detrás al resolver el nuevo test, lo que sugería que el test codificaba la ubicación de los objetos con respecto a las coordenadas corporales (izquierda/derecha, delante/detrás), síntoma inequívoco de que se estaba tratando con orientación espacial, en concreto con una de las categorías que Berthelot y Salin (1992) identifican como acciones para que un sujeto tenga control de sus relaciones con el entorno: comprender el esquema corporal e identificar y utilizar sus propiedades (arriba-abajo, derecha-izquierda, delante-detrás).

Un análisis factorial confirmatorio (CFA) finalmente concluyó que las medidas de orientación espacial realizadas con el Object Perspective Taking Test estaban disociadas de medidas de visualización espacial, al contrario de lo que ocurría con el Guilford-Zimman Orientation Survey test. (Kozhevnikov, Hegarty, 2001).

3.3.2. Descripción del Test

En el Object Perspective Taking Test (Figura 16), en formato papel, aparece representado en la parte superior, un conjunto de siete objetos, y en la parte inferior un círculo con una dirección indicada.

Como se describió en el capítulo 2, para cada una de las 10 preguntas o ítems que se plantean, el usuario debe imaginar que está en un objeto del conjunto (que pasará a estar en el centro del círculo) y frente a otro objeto (que pasará a estar en la parte superior del círculo). Deberá trazar una flecha desde el objeto del centro indicando la dirección a un tercer objeto desde la nueva orientación.

La puntuación de cada ítem es la desviación absoluta en grados sexagesimales entre la respuesta del participante y la respuesta correcta (error direccional absoluto). Es importante destacar que este criterio establece, por tanto, que obtener una menor puntuación en el test supone un mayor acierto. La puntuación total será la media de las desviaciones de las 10 posiciones planteadas. Si el participante no responde a una pregunta, se le asigna un valor de 90° para esta pregunta.

En las instrucciones de este test se indica que se ha impedido físicamente a los participantes girar el cuadernillo para evitar proporcionarle otra perspectiva. Se dispone de cinco minutos para su resolución. El participante dispone de cinco minutos para completar el test.



Example:

Imagine you are standing at the **flower** and facing the **tree**.
Point to the **cat**.

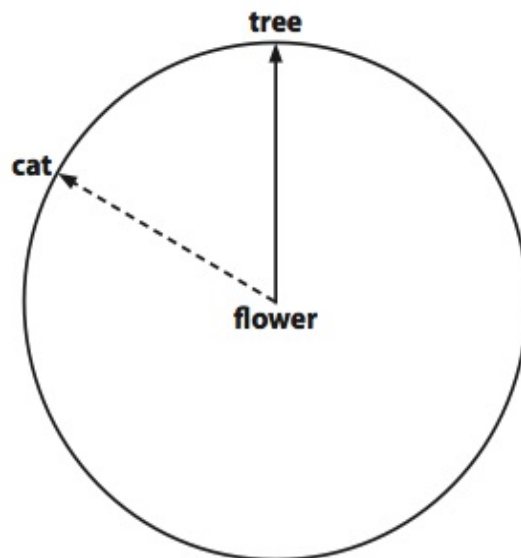


Figura 16. Ejemplo de un ítem del Object Perspective Taking Test. Fuente: Hegarty & Waller, 2004.

3.3.3. La revisión del Object Perspective Taking Test: el Perspective Taking Spatial Orientation Test

A pesar de los buenos resultados obtenidos, los investigadores Hegarty y Waller (2004) encontraron algunas limitaciones en el Object Perspective Taking Test del año 2001. Detectaron que el participante usaba de forma predominante su estrategia de orientación espacial en aquellos ítems en los que se le pedía adoptar una orientación mayor de 90° respecto del nuevo punto de vista que se le proponía.

Para solucionar esta cuestión procedieron a elaborar una versión revisada del Object Perspective Taking Test, el Perspective Taking Spatial Orientation Test (Hegarty & Waller, 2004). En este nuevo test la dirección sobre la que se pregunta al participante varía sistemáticamente dividiendo el círculo en cuatro cuadrantes (0°-90°, 90°-180°, 180°-270° y 270°-360°). Se plantean 12 ítems, 2 más que la versión anterior, y las soluciones de tres de ellos se encuentran en cada uno de los cuatro cuadrantes.

Se realizó un experimento para su validación con 62 estudiantes de la Universidad de Santa Barbara, California, sometiendo a los alumnos a 6 test distintos de habilidades espaciales: el Card Rotation Test (Ekstrom et. al., 1976), el Flags Test (Thurstone & Thurstone, 1941) y el Vandenberg Mental Rotation Test (Vandenberg & Kuse, 1978) para la medida de las relaciones espaciales; y para la orientación espacial se emplearon el Perspective Taking Spatial Orientation Test (Hegarty & Waller, 2004), el Pictures Test, desarrollado para la ocasión también por Hegarty y Waller (2004) y, finalmente, una versión modificada del Money Test of Directional Sense (Money et. al., 1965, modificado por Zacks et. al., 2000).

Este experimento fue validado a través de un análisis factorial confirmatorio (CFA) que demostró que los participantes, con el Perspective taking Spatial

Orientation Test, afrontaban situaciones de orientación desde diferentes perspectivas, además de resolver definitivamente la disociación entre la orientación espacial y la rotación mental al comprobar que este nuevo test no medía indirectamente otras componentes como las relaciones espaciales, cuestión que ya se había comprobado en 2001 con la versión anterior del test.

Esta nueva versión revisada se publicó en el enero de 2008 en la página web del Hegarty Spatial Thinking Lab del Departamento de psicología de la Universidad de California, Santa Bárbara (<http://www.psych.ucsb.edu/~hegarty/>), junto con las instrucciones, el test y la hoja de respuestas. Se trata del Perspective Taking/Spatial Orientation test (Hegarty, Kozhevnikov y Waller, 2008) y es el instrumento de medida que se ha utilizado en esta tesis para medir la orientación espacial.

3.4. Carencias detectadas en el Perspective Taking Spatial Orientation Test.

En el seno de esta tesis se ha estado midiendo la orientación espacial de alumnos universitarios con el Perspective Taking/Spatial Orientation Test (Hegarty et. al., 2008) en diferentes titulaciones técnicas de Grado en ingeniería y Grado en geografía y ordenación del territorio de la Universidad de La Laguna, además de la Haute Ecole Charlemagne, de la Universidad de Lieja, Bélgica. Un total de 109 estudiantes ha realizado este test dos veces (pre-taller y post-taller) durante los cursos académicos 2009-2010 y 2010-2011.

Durante estos trabajos hemos detectado algunas carencias respecto al soporte utilizado para la realización de este test, el papel:

- Resulta complejo inmovilizar el cuadernillo del test durante la ejecución del mismo. Introducir en un aula elementos de fijación físicos es en la práctica inviable, lo que obliga a vigilar a los alumnos durante la prueba para que no giren en cuadernillo en ningún momento. Es una limitación importante, pues cualquier movimiento dado al cuadernillo durante la ejecución del test desvirtuaría el resultado al introducir otra subcomponente de las habilidades espaciales: la rotación mental.
- Fotocopiar las 14 hojas que conforman el test (una hoja de instrucciones, una de ejemplo y 12 preguntas o ítems) resulta engorroso, caro y poco sostenible. Por ejemplo, para la realización de las pruebas descritas se han realizado 3052 fotocopias.
- La corrección del test resulta muy lenta: es preciso medir con un transportador de ángulos la dirección marcada por el alumno y restar esta medida respecto de la dirección correcta en cada uno de los 12 ítems, para al final promediar el resultado y obtener la calificación final.
- La precisión en la medida del ángulo no va más allá del grado sexagesimal.
- Las respuestas indicadas por el alumno adolecen en muchos casos de ciertas indeterminaciones: la línea trazada por el alumno para indicar su respuesta no siempre parte del centro de la circunferencia (Figura 17, a) y frecuentemente no es una línea recta (Figura 17, b), lo que dificulta por su indeterminación la medición del ángulo.

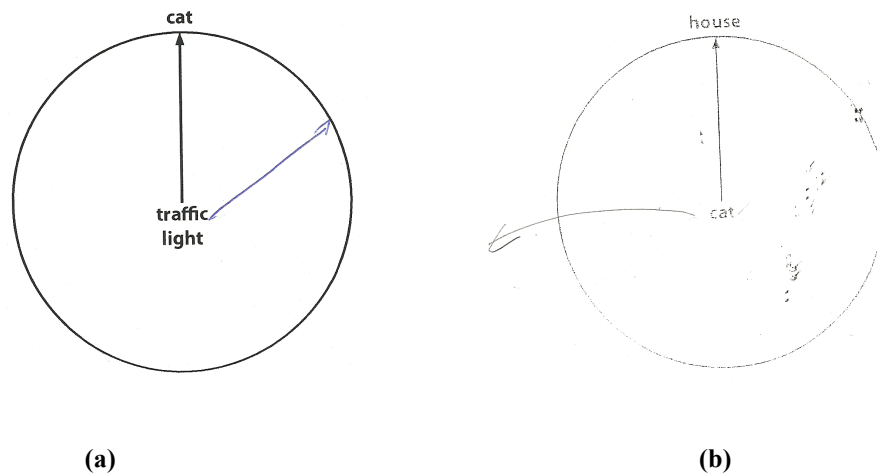


Figura 17. Reproducciones de ítems del test en versión analógica realizados por los participantes en el ensayo.

Estas carencias obligan al evaluador a invalidar ensayos en muchos casos y, por otro lado, hace que su corrección resulte una tarea ardua y con algunas imprecisiones. Además, la necesidad de que el participante mantenga el cuadernillo del test en posición vertical es muy difícil de llevar a la práctica.

Al objeto de suplir estas carencias se decide diseñar una versión digital del Perspective Taking-Spatial Orientation Test que ofrezca al investigador una herramienta precisa y cómoda de usar para la medida de la orientación espacial.

3.5. Desarrollo e implementación de la versión digital del Perspective Taking Spatial Orientation Test.

3.5.1. Diseño

Para el diseño de la versión digital se trabajó en colaboración con Isabel Sánchez Berriel, investigadora del Área de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial del Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación de la Universidad de La Laguna.

La versión digital del *Perspective Taking/Spatial Orientation Test* (Hegarty, Kozhevnikov y Waller, 2008) es una aplicación informática interactiva que permite al usuario completar el test de orientación espacial de manera similar a si se llevara a cabo sobre papel, donde la selección del usuario, introducida a través de un ratón, se transforma automáticamente en el ángulo que quedará registrado como respuesta junto con los datos del alumno/usuario y el tiempo empleado en la resolución de cada uno de los doce ítems de los que consta el test.

Uno de los requisitos fundamentales para la fiabilidad del test radica en que la pantalla donde se van mostrando los ejercicios debe ser estática al objeto de evitar el giro como ayuda para determinar la respuesta; por este motivo se implementó como una aplicación de escritorio para cualquier sistema operativo *windows* que soporte *framework .net*, (XP, Vista, 2007).

El desarrollo se ha llevado a cabo usando el paradigma de la programación orientada a objetos, a través del lenguaje de programación C#. Como entorno de desarrollo se eligió el Visual Studio 2008, para facilitar el diseño de la GUI (Graphic User Interface).

El dibujo de la referencia sobre el panel de recogida de la solución se lleva a cabo mediante los métodos de dibujo 2D disponibles entre las clases que proporciona esta potente herramienta. Las coordenadas del píxel seleccionado en la pantalla se transforman en la respuesta dada por el usuario en forma de ángulo en el sistema sexagesimal. Al finalizar el test las respuestas quedan almacenadas en formato de texto con delimitadores, lo que facilita la importación de los datos en hojas de cálculo o paquetes estadísticos para realizar el análisis de los mismos.

3.5.2. Funcionamiento

Tras ejecutar el fichero *.exe de la aplicación accedemos al test, que muestra, del mismo modo que la versión en formato papel, el caso ejemplo con la solución marcada junto con las celdillas donde el usuario introducirá sus datos de identificación: dni, nombre y apellidos (Figura 18).

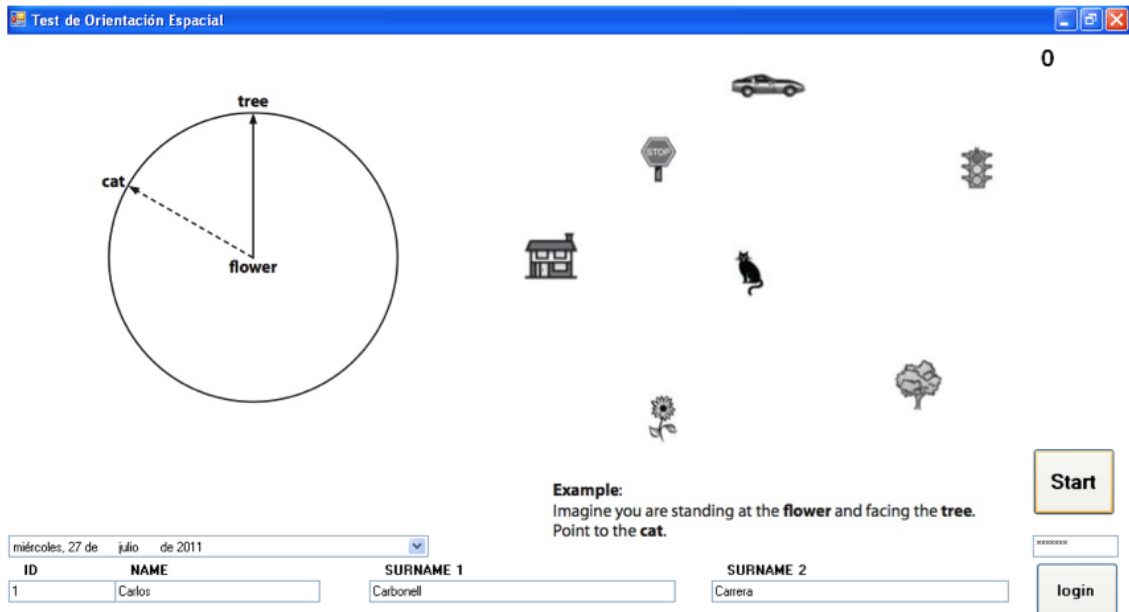


Figura 18 Interface de la versión digital. Introducción datos usuario

La interfaz del programa ofrece un cronómetro que permanece en la esquina superior derecha de la pantalla durante toda la prueba y que comienza a contar desde el momento en que el usuario ha introducido correctamente sus datos y ha visualizado y comprendido el caso ejemplo. Pulsando *Start* se accede a la fase de respuestas del test, y el cronómetro empieza a contar desde 5:00 minutos hasta 0:00, momento en el que la aplicación se detiene y quedan registradas las respuestas que el usuario haya introducido hasta ese momento, así como el tiempo empleado para la resolución de cada ítem. Si el usuario termina antes del tiempo límite (cinco minutos) el programa registra sus respuestas y finaliza, quedando del mismo modo registradas las respuestas y el tiempo empleado en cada una de ellas.

Durante la ejecución del test van apareciendo sucesivamente los doce ítems sobre la ventana de la aplicación. En la parte derecha se muestra al usuario la pregunta planteada, a través de la representación del conjunto de los siete objetos en los que se basa el test. En la parte izquierda se muestra el elemento de referencia sobre una circunferencia, y utilizando el ratón el usuario debe seleccionar un punto sobre la misma que corresponderá a la posición del objeto sobre el que se le pregunta en función de la disposición mostrada en el conjunto de objetos de la derecha. Según va desplazando el ratón por la circunferencia se materializa una línea en color rojo que indica la dirección elegida. Se puede tantear la opción-respuesta visualizándola en todo momento: hasta no hacer click con el ratón no queda registrado el ángulo. Una vez se introduce la respuesta se accede al siguiente ítem, y así sucesivamente hasta finalizar el test (Figura 19).

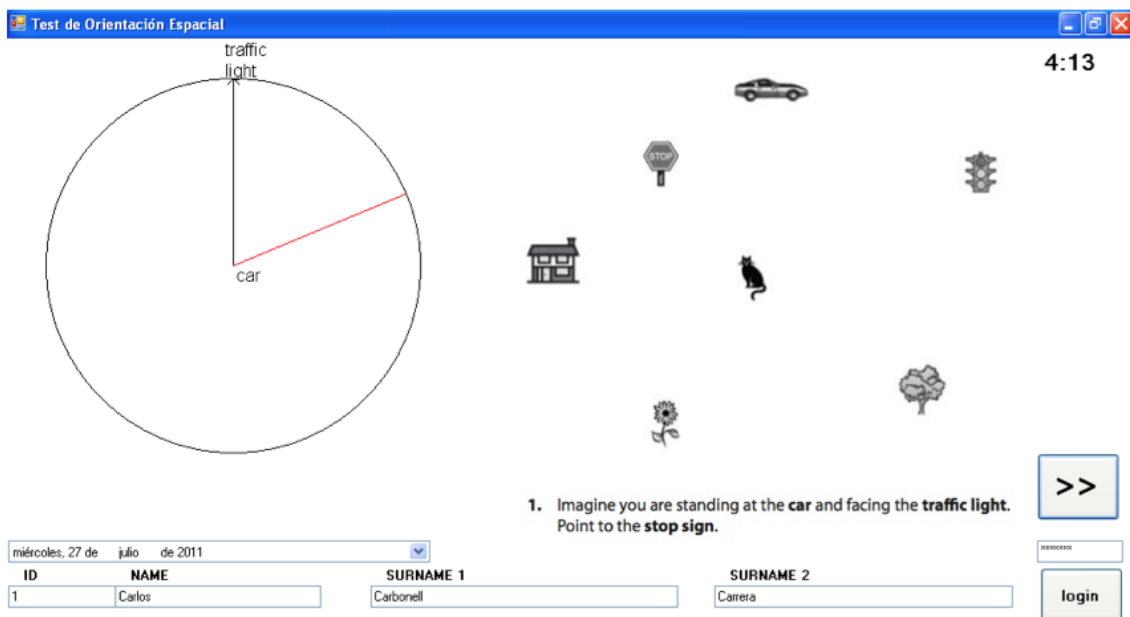


Figura 19 Interface de la versión digital. Selección de la respuesta

El resultado que nos ofrece el test es un listado en formato de hoja de cálculo excell en el que aparecen cada una de las 12 posiciones determinadas por el usuario. Si no ha respondido a algún ítem, automáticamente se le asigna el valor de 90°, conforme a las instrucciones del test original en formato papel. Ofrece, a su vez, los tiempos de respuesta para cada uno de los ítems, así como desviación en grados sexagesimales respecto de la respuesta correcta en cada posición.

3.5.3. Prueba de validación

Una vez concluida la fase de desarrollo es preciso obtener evidencias acerca de la validez de la versión digital del *Perspective Taking/Spatial Orientation Test*.

Se parte de dos hipótesis para la versión digital:

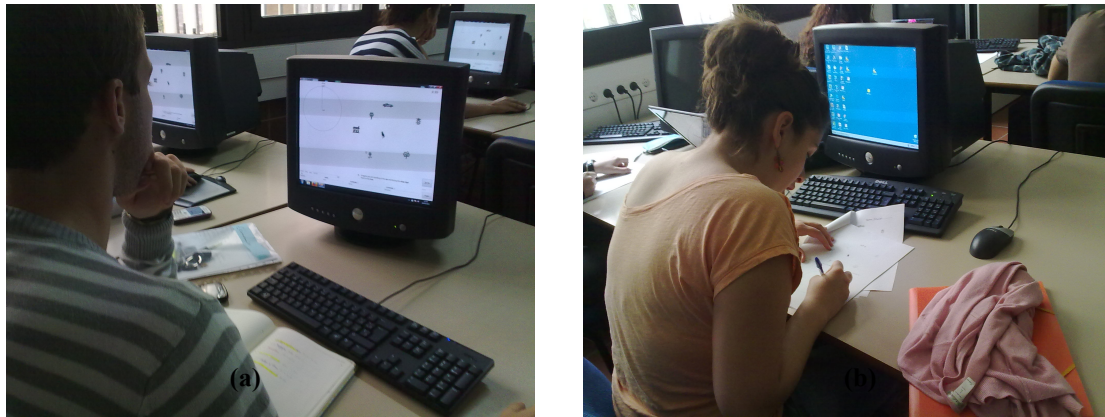
- soluciona los problemas que presenta la versión analógica (inmovilización del test, falta de precisión en la medida, imprecisiones en la respuesta del usuario, equivocaciones)
- ofrece unos resultados que pueden ser comparados con los obtenidos en su versión en formato papel.

Para dar respuesta a estas hipótesis se plantea una prueba de validación en la que han participado 158 estudiantes voluntarios a lo largo de los cursos académicos 2009-2010 y 2010-2011, pertenecientes a distintas titulaciones de Ingeniería y Geografía de la Universidad de La Laguna y de la Universidad de Lieja (Bélgica): Ingeniería Náutica, Ingeniería Técnica Agrícola, Ingeniería Agrónoma, Ingeniería Técnica de Obras Públicas, Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural y Master en Ingeniería Industrial, con edades comprendidas entre los 18 y los 22 años.

La selección se ha realizado aplicando el criterio de que ninguno de los participantes hubiera hecho antes ningún tipo de test de orientación espacial, ni en formato analógico ni en digital.

La muestra está compuesta por 63 mujeres y 95 hombres, de los que 109 realizaron el test en formato papel y 49 en formato digital (Figura 20).

CAPITULO 3: DESARROLLO DE LA VERSIÓN DIGITAL DEL PERSPECTIVE TAKING SPATIAL ORIENTATION TEST



(a)

(b)

Figura 20. Prueba de validación realizando el test en su versión digital (a) y analógica (b)

Los resultados de este ensayo se muestran en la Tabla 13 y de forma gráfica en la Figura 20.1. Es preciso recordar para la correcta interpretación de los resultados que a menor puntuación mejor resultado obtenido.

| Puntuaciones medias y desviaciones típicas | | | | |
|--|--------|-----|------------------------------|------------|
| Formato | Sexo | n | Puntuación Media (grados) | Desv. típ. |
| Digital | Hombre | 27 | 42,1941 | 24,47240 |
| | Mujer | 22 | 44,4300 | 17,81198 |
| | Total | 49 | 43,1980 | 21,55157 |
| Papel | Hombre | 68 | 46,7026 | 28,62881 |
| | Mujer | 41 | 53,2512 | 27,30517 |
| | Total | 109 | 49,1659 | 28,19140 |
| Total | Hombre | 95 | 45,4213 | 27,45945 |
| | Mujer | 63 | 50,1708 | 24,62610 |
| | Total | 158 | 47,3151 | 26,38906 |

Tabla 13. Resultados de la prueba de validación

Mediante el análisis estadístico de estos datos se pretende comprobar la hipótesis de que la puntuación obtenida en el test no depende de la versión utilizada, es decir, que se pueden comparar datos obtenidos con la versión en soporte papel o la versión digital.

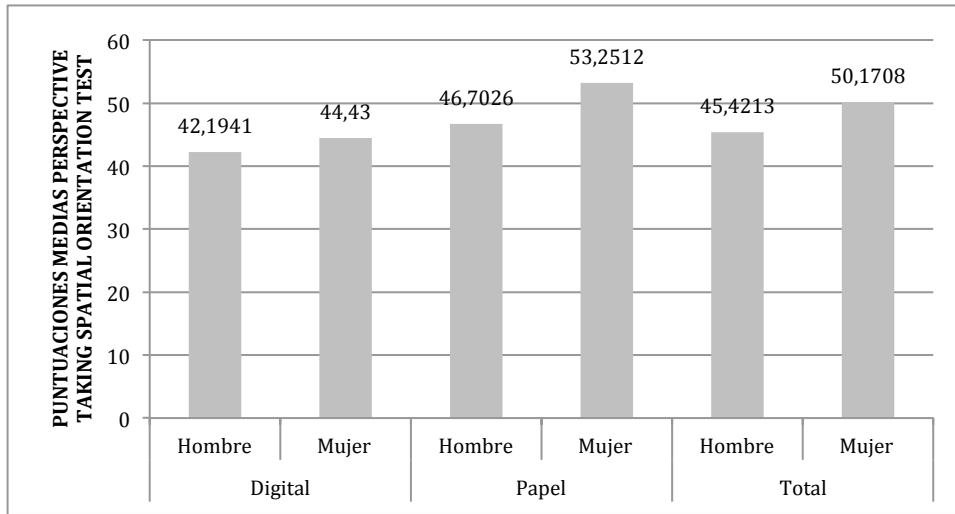


Figura 20.1. Resultados de la prueba de validación

3.5.3.1. Análisis de datos y resultados

Se asume la normalidad de la distribución de las puntuaciones una vez aplicado el test de Kolmogorov-Smirnov ($Z=0,852$; $p=0,462$). Con el objetivo de comprobar si existen diferencias entre el test en papel y en digital se realiza un análisis de la varianza (Anova II). Se toman como factores fijos el Sexo y el Formato del test, incluyendo además la interacción Formato*Sexo. Ninguno de los factores estudiados se muestran significativos: Sexo ($F(1,154)=0,914$, $p=0,341$); Formato ($F(1,154)= 2,104$, $p=0,149$); Formato*Sexo ($F(1,154)= 0,220$, $p=0,640$).

Para asegurar que los resultados obtenidos en el formato digital pueden equipararse a los obtenidos en su versión original en papel, se realizó un análisis de potencia estadística a partir de los tamaños muestrales de este estudio. La probabilidad de Error Tipo I se fijó en el 5% y la desviación típica de la población se establece en 27 grados para la versión en papel y 21 grados para la versión digital. La precisión, diferencia esperada de los parámetros o efectos a estimar, se tomó entre 12 y 14 grados. Estos parámetros se aplicaron en función de los datos disponibles de nuestra experiencia y de otros estudios en este ámbito. Los resultados arrojaron una potencia de 85,8% y 94,2%, para 12 y 14

grados respectivamente. En ambos casos la potencia es superior al 80%, cifra recomendada por la mayoría de metodólogos (Cohen, 1992). La potencia estadística confirma, por tanto, la hipótesis de que los resultados obtenidos en la versión digital del test pueden ser comparados con los obtenidos en su versión en formato papel, es decir, que la puntuación obtenida en el test no depende de la versión utilizada.

3.6 Discusión y conclusiones

El objetivo planteado era subsanar las carencias que ofrecía el *Perspective Taking/Spatial Orientation Test* en su formato de papel, ofreciendo a la comunidad científica una nueva versión digital. A través de la experiencia realizada se puede concluir, como respuesta a las hipótesis planteadas, que:

- El análisis estadístico confirma la validez de la versión digital del *Perspective Taking/Spatial Orientation Test*, de forma que se puede utilizar asumiendo que sus resultados son equivalentes al formato papel.
- Se elimina el problema de la inmovilización del test al estar representado en un monitor. Además, la propia aplicación, desarrollada bajo *framework.net*, impide cualquier tipo de giro de imagen. De este modo se está midiendo exclusivamente la subcomponente de la orientación espacial sin introducir el efecto de la rotación mental que se podría producir dándole un giro al papel en la versión analógica del test.
- Al quedar las respuestas almacenadas en formato de texto con limitadores se facilita la importación directa de los datos en hojas de cálculo o paquetes estadísticos. La corrección, por tanto, resulta automática, rápida y precisa, eliminando errores en la medición del ángulo así como posibles equivocaciones. La precisión de la medida aumenta al pasar del grado

sexagesimal que nos ofrece un transportador de ángulos al segundo sexagesimal que nos ofrece la datación digital.

- La respuesta del alumno siempre es una línea recta que parte del centro y va hacia la dirección elegida como respuesta, con lo que se eliminan las indeterminaciones descritas en la versión analógica.
- Esta versión digital nos ofrece la posibilidad de registrar otra variable que en la versión de papel sería complejo de obtener: el tiempo total de realización de la prueba y el tiempo de resolución de cada ítem, parámetro que con la versión analógica no se podía medir.

En continuidad con la línea de investigación desarrollada se plantea la implementación del test dentro de un entorno virtual de aprendizaje (aula virtual) que permita registrar automáticamente los resultados obtenidos por el alumno en las diferentes fases en las que el profesor estime realizar la prueba, al objeto de analizar la adquisición de competencias a lo largo de un proceso de evaluación continua.

CAPÍTULO 4. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

4.1 Introducción

Gracias a los avances de las Tecnologías de la Información y Comunicación se ha producido, en el terreno cartográfico, lo que muchos autores (Rodríguez, 2011; Mas, 2007, Rodríguez, et. al., 2009) denominan como Democratización Cartográfica: hacer llegar la información geográfica a todos los ciudadanos a través de internet con una interfaz sencilla y amigable. Esta democratización está produciendo una divulgación masiva de imágenes e información espacial accesible a una sociedad globalizada que necesita estar cada vez más informada, a través de las Tecnologías de Información Geográfica.

Se definen como Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) a todas aquellas disciplinas que permiten generar, procesar o representar información geográfica, entendiendo por información geográfica cualquier variable que está, o es susceptible de estar, geo-referenciada en el espacio mediante coordenadas x,y,z. (Goodchild, 1997; Mejía, D., 2008; Chuvieco et.al., 2005; Chen y Lee, 2001; Bosque, 1997; Goodchild, 1997).

Las TIGs están clasificadas como una de tres industrias de mayor crecimiento en Estados Unidos, junto con la nanotecnología y la biotecnología (Wu, P.Y. & Konhun, F.G., 2009; Gewin, 2004). No en vano es allí donde existe un mayor número de instituciones de educación que imparten materias relacionadas con las TIGs en diversos niveles educativos (Mejía, D., 2008). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) fueron los pioneros en el campo de las Tecnologías de la Información Geográfica. Un SIG es una Tecnología Informática para gestionar y analizar la información espacial (Bosque, 1997) o, aportando una definición menos escueta, un SIG es un sistema integrado que usa ordenadores para recoger, mantener, almacenar, manipular, analizar y elaborar

información geográfica (Rakshit & Ogneva, 2008). Los SIG se entienden como una base de datos cartográfica unida a una base de datos temática, de modo que el usuario puede consultar y analizar información asociada a una posición geográfica: se habla entonces de información geo-referenciada. La realidad se modela en capas de información, ofreciendo un tratamiento o análisis de forma independiente o relacionada entre las capas de información disponibles. Lo que distingue a un SIG de una cartografía convencional, ya sea en formato papel o en formato digital, es su capacidad de análisis. Los SIG, aunque representan una potente herramienta para el tratamiento de geoinformación, presentan ciertas limitaciones en cuanto a su interoperabilidad, al emplearse diferentes formatos de salida, diferentes plataformas e incluso diferentes sistemas de referencia de los datos espaciales, cuestiones que quedaron resueltas con la implantación de las denominadas Infraestructuras de Datos Espaciales (Mejía, 2008), término que se define más adelante.

En el ámbito docente, para la implantación en el aula de Tecnologías de la Información Geográfica como software específico en SIG existe un elemento crítico: el coste de las licencias de software (Wu & Konhun, 2009).

Plataformas de información geográfica en soporte web de acceso libre y gratuito a través de internet como los Virtual Globes y las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs) solucionan este problema (Tate, et. al., 2009). Algunos autores apuntan, además, que los conocimientos básicos de computación orientados a la web son mucho más importantes que el saber manejar las instrucciones de un software SIG determinado (Tate, et. al. 2009). Virtual Globes e Infraestructuras de Datos Espaciales disponen de un interface de usuario tan sencillo como eficaz para trabajar con información geográfica.

Los Virtual Globes y las Infraestructuras de Datos Espaciales imponen una renovación metodológica y didáctica en el terreno de la ciencia cartográfica (Luque, R., 2011). Son tecnologías han tenido un gran impacto tanto en la

Geografía como ciencia como en la Educación Geográfica (Durán, 2005; Herrero, 2001; Rodríguez, 2003).

4.2. Las Tecnologías de Información Geográfica en el contexto de esta tesis.

La aparición de Tecnologías de Información Geográfica como los Virtual Globes y las Infraestructuras de Datos Espaciales ofrecen nuevas oportunidades de aprendizaje (Tate, et. al., 2009; Rakshit, et.al., 2006). Estas Tecnologías proporcionan al profesor una potente herramienta sobre la que desarrollar metodologías de innovación docente en materias que aborden contenidos vinculados a la información geográfica. Las Universidades son el ámbito propicio para brindar formación en esta materia, en un entorno en el que el Espacio Europeo de Educación Superior apuesta por la implantación de nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en la docencia universitaria.

En la revisión bibliográfica efectuada se ha podido constatar el creciente interés de las instituciones educativas en incorporar las tecnologías de información geográfica en la docencia, tanto en educación secundaria como en educación universitaria (Rakshit, et.al. 2010; Rakshit & Ogneva, 2009; Schultz, et.al. 2008; Luque, 2011; Mejía, 2008).

En la Universidad Española, la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad de Extremadura, la Universidad de Jaén, la Universidad Politécnica de Valencia, La Universidad de A Coruña y la Universidad de Castellón contemplan Tecnologías de Información Geográfica dentro de los planes de estudio de titulaciones de Grado y Master. En La Universidad de La Laguna, a través de un Proyecto de Innovación Docente dirigido por el autor de esta tesis se han analizando sus potencialidades como contenido didáctico.

No se disponen datos, en cambio, que acrediten si existe una correlación entre el empleo de las Tecnologías de Información Geográfica y el desarrollo de competencias relacionadas con la capacidad espacial contempladas en el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior.

Uno de los objetivos de esta tesis es el de comprobar, a través de talleres diseñados a partir de Tecnologías de Información Geográfica, si existe o no un aumento en la capacidad de orientación espacial del alumno con el empleo de estas tecnologías.

4.3. Virtual Globes

También conocidos con los términos Geobrowsers o Earthbrowsers, lo componen un conjunto de aplicaciones en línea que permiten visualizar la Tierra en tres dimensiones, a múltiples escalas continuas y en diferentes modos de visualización bajo una representación esférica. Algunos autores los citan como una de las herramientas de visualización de información más importantes de todos los tiempos (Schultz, et. al., 2008).

Los Virtual Globes están llamados a jugar un papel importante en la democratización de los sistemas de información geográfica (Raskshit & Ogneva, 2008), permitiendo al usuario el acceso a la información sin precisar de una formación específica en geotecnologías (Goodchild, 2007; Gong et. al., 2009)

Ofrecen, además de información gráfica, la posibilidad de consultar información temática en múltiples formatos, incluidos fotos, vídeos, archivos sonoros e información estadística entre otros. Su capacidad de respuesta, un interfaz de usuario de fácil manejo y unas prestaciones cada vez menos limitadas los convierten en una potente herramienta en la consulta y edición de información

georeferenciada, de acceso libre y gratuito a través de internet (Gong, et. al., 2009).

Desde el punto de vista docente, se pueden considerar como un excelente primer contacto con las geotecnologías. Algunos autores los consideran como una importante herramienta para la docencia universitaria: los procesos de tratamiento de la información espacial que ofrecen los Virtual Globes preparan a los alumnos para el empleo de geotecnologías más robustas como los Sistemas de Información Geográfica (Schultz, et.al., 2008).

Los Virtual Globes nos ofrecen un menor número de posibilidades de análisis de datos en comparación con los Sistemas de Información Geográfica, aunque sí es posible intercambiar información entre ambos sistemas. No se les puede, todavía, denominar Sistemas de Información Geográfica, aunque la rápida actualización y la incorporación creciente de más funciones y posibilidades hacen que algunos autores consideren a los Virtual Globes como el futuro de los Sistemas de Información Geográfica (Aurambout, et. al., 2008).

En el terreno de la educación espacial, los Virtual Globes ofrecen grandes posibilidades para alumnos y docentes. Se están convirtiendo en una herramienta valiosa para la enseñanza de la geografía y los conceptos espaciales, así como para fomentar el pensamiento espacial (Rakshit & Ogneva, 2010). Este pensamiento espacial es una de las habilidades más importantes para la gente del siglo XXI (National Research Council, 2006). No existe consenso en cuanto a la definición de pensamiento espacial en la revisión bibliográfica efectuada. Los investigadores se refieren al pensamiento espacial con términos como habilidades espaciales, razonamiento espacial y/o inteligencia espacial (Eliot, 1987; Gardner, 1983; Golledge & Stimson, 1997; Gould & White, 1974; Kitchin, 1994; Kitchin & Friendschuch, 2000; Newcombe & Huttenlocher, 2000; Portugali, 1996). El pensamiento espacial contempla un gran número de competencias

interconectadas entre sí, como la orientación espacial y las habilidades espaciales.

Los Virtual Globes ayudan a los estudiantes a adquirir pensamiento espacial (National Academy of Sciences, 2006; Schultz, 2008): en esta tesis se van a desarrollar talleres en los que se utilizará: Google Earth, Google Maps y Aplicación Mapas de Apple.

4.3.1. Google Earth

De las numerosas versiones de Virtual Globes existentes, la más popular de todas es Google Earth. (Blower, et. al., 2007; Schultz, et. al., 2008; Raskshit & Ogneva, 2008). Ningún Virtual Globe ha tenido un mayor grado de implantación (Luque, R.M., 2010). Apareció en julio de 2005, como una aplicación basada en la tecnología desarrollada por la compañía Keyhole Inc., adquirida por Google. Google Earth es un plug-in, es decir, un programa que es preciso instalar en el ordenador.

Con Google Earth se pueden ver imágenes de satélite de todo el mundo en dos y tres dimensiones, mapas, ortofotos y modelos digitales de terreno, además de disponer de cada vez más capas de información temática (topográfica, demográfica, hidrográfica, histórica, cultural, turística... etc) asociada a elementos geográficos ya sean puntuales, lineales, superficiales o espacio-temporales. Permite la generación de diferentes productos cartográficos acorde con las necesidades de cada usuario en relación a la temática que le interese.

Está desarrollado para funcionar en Windows, Linux y Mac Operative System, ofreciendo a su vez la posibilidad de instalarlo en dispositivos móviles como Iphone, Ipad o cualquier dispositivo móvil que tenga el sistema operativo Android (Figura 21 a y b).



Figura 21. Google earth en dispositivos móviles. Android (a) e Iphone / Ipad (b)

Dispone de un gran número de servidores distribuidos por todo el mundo que proporcionan datos de una manera inmediata e ininterrumpida a todas las peticiones de información que se plantean, lo que unido a potentes motores de búsqueda hacen que ofrezca una rápida respuesta. Google Earth proporciona una calidad de servicio excelente en cuanto a su rendimiento, velocidad, estabilidad, disponibilidad, facilidad de uso y prestaciones (Rodríguez, A., 2011).

Existen tres versiones de Google Earth:

- Google Earth versión gratuita: la última versión disponible para descarga es Google Earth 6. Ofrece un gran número de funciones de exploración, medición, búsqueda, visualización bidimensional y tridimensional de información geográfica. Dispone de utilidades para visualizar la Luna, Marte y el Cielo, modelos tridimensionales de naves espaciales e información relacionada con las misiones Apolo, por citar algunas de sus funciones. A través de la aplicación Océanos el usuario puede sumergirse bajo la superficie oceánica y consultar capas relacionadas con información

náutica, marina, histórica, medioambiental, flora y fauna, censos de vida marina, etc. Con la aplicación Edificios 3D (Figura 23) se pueden visualizar edificios y otras estructuras en tres dimensiones, pudiendo el usuario crear sus propios modelos 3d e incorporarlos a Google Earth. Otra aplicación de gran interés es el servicio de imágenes históricas a través de las cuales el usuario podrá hacer análisis de fenómenos espacio-temporales. Destacar por su espectacularidad la potente herramienta Street View (Figura 22), gracias a la cual se puede visualizar una panorámica a nivel de calle (360° en movimiento horizontal y 290° en movimiento vertical) en tres dimensiones de un determinado entorno urbano o hacer un recorrido desde diferentes puntos de vista. La aplicación Street View fue introducida en mayo de 2007 en Estados Unidos. Hasta el momento de redacción de esta tesis, octubre de 2011, entornos urbanos de 33 naciones pueden verse con esta aplicación.

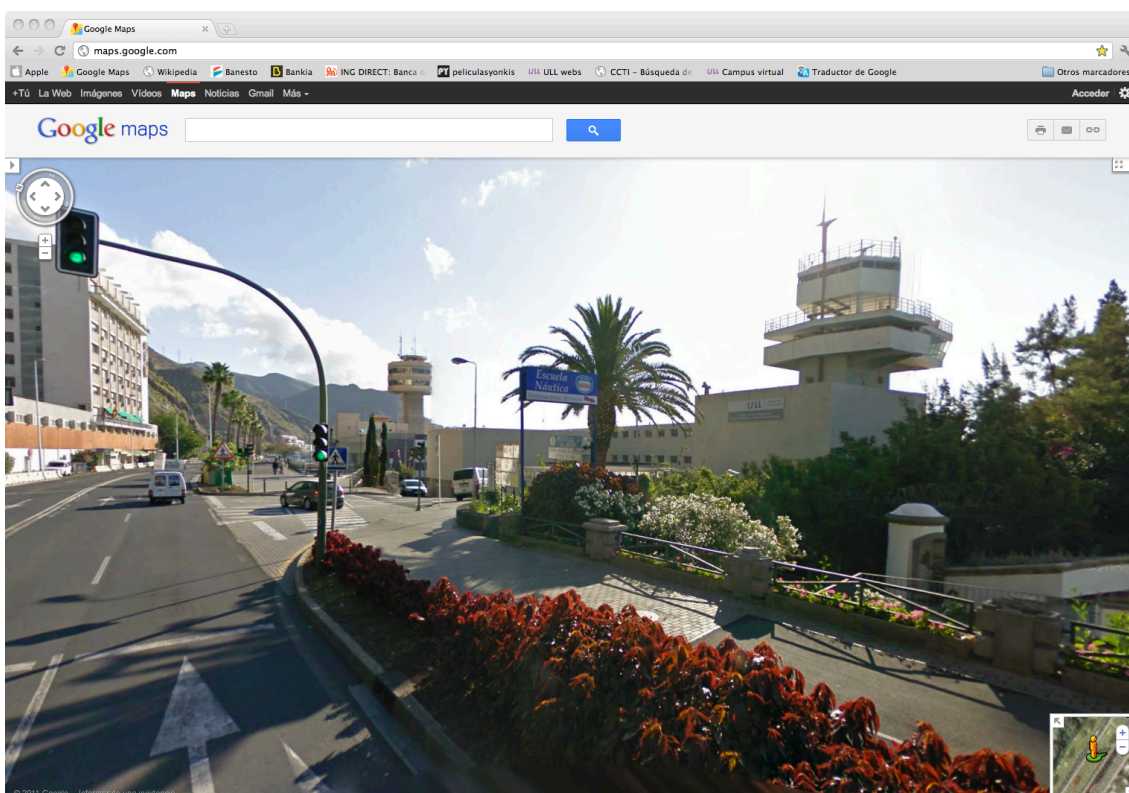


Figura 22. Imagen de Stret View: acceso a la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna

- Google Earth Pro: es una versión de pago que ofrece la misma información que la versión gratuita, pero incorpora herramientas profesionales entre las que cabe destacar la medición en 3D de la altura, la medida de áreas y de cuencas visuales.
- Google Earth Enterprise: también de pago, está pensado para organizaciones que trabajan con gran cantidad de información geoespacial, permitiendo gestionar terabytes de información vectorial de una manera rápida y restringida a un determinado número de usuarios para la protección de datos confidenciales.

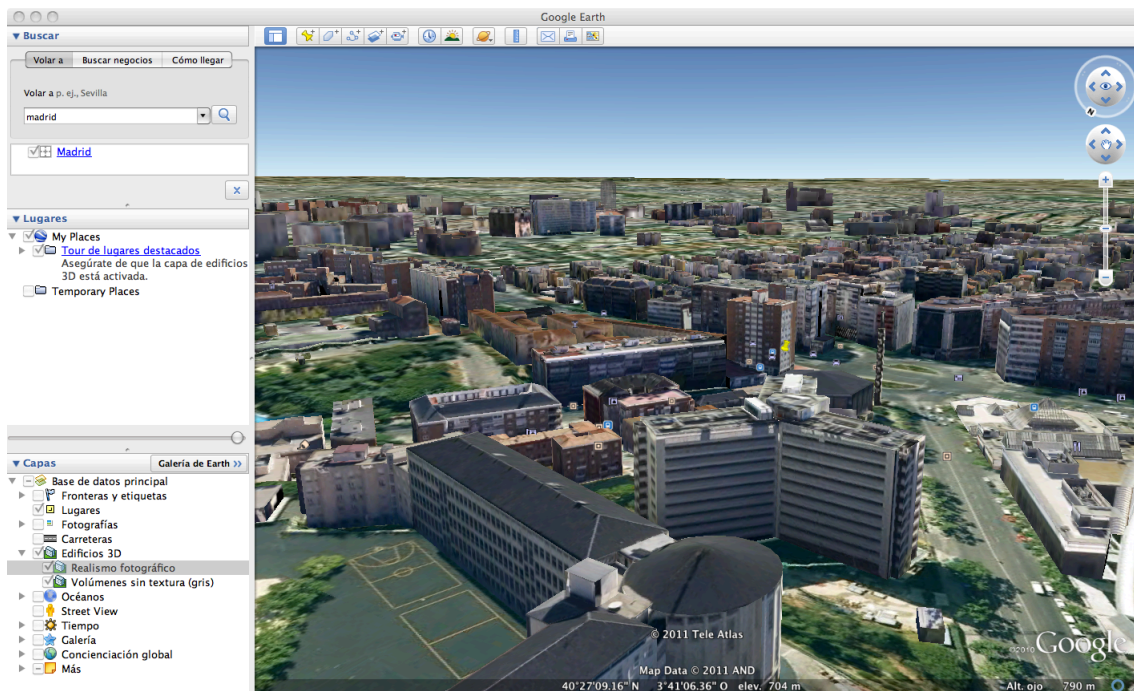


Figura 23. Interface de Google earth con la capa Edificios 3D activada.

4.3.2. Google Maps.

No se debe confundir los Virtual Globes como Google Earth con los mapas online, como Google Maps. Google Earth necesita ser instalado en el ordenador para funcionar, mientras que Google Maps es una aplicación en línea que no precisa de instalación.

Aunque ambos tratan información espacial, la presentan de distinta manera. Google Maps está pensado para planificar rutas y búsqueda de puntos de interés, mientras que Google Earth contiene un gran número de capas de información de diversa índole y cuenta con un interface más potente que ofrece al usuario un mayor número de herramientas para el tratamiento de información geográfica.

No obstante, la herramienta Google Maps incluye funcionalidades que le convierten en una potente herramienta para el tratamiento de la información geoespacial, motivo por el que se ha utilizado en los talleres TIG desarrollados en este trabajo.

Se trata de un servidor de aplicaciones de mapas en web gratuito que ofrece imágenes de mapas e imágenes de satélite que se pueden desplazar en la pantalla, además de soportar la aplicación Street View.

Apareció en febrero de 2005, y podía ser usado desde distintos navegadores (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera y Safari). Ofrece cuatro modos de visualización: Mapa (cartografía convencional) satélite (ortofotos desde satélite), Earth (Visualización tridimensional) y Street View (Figura 24).

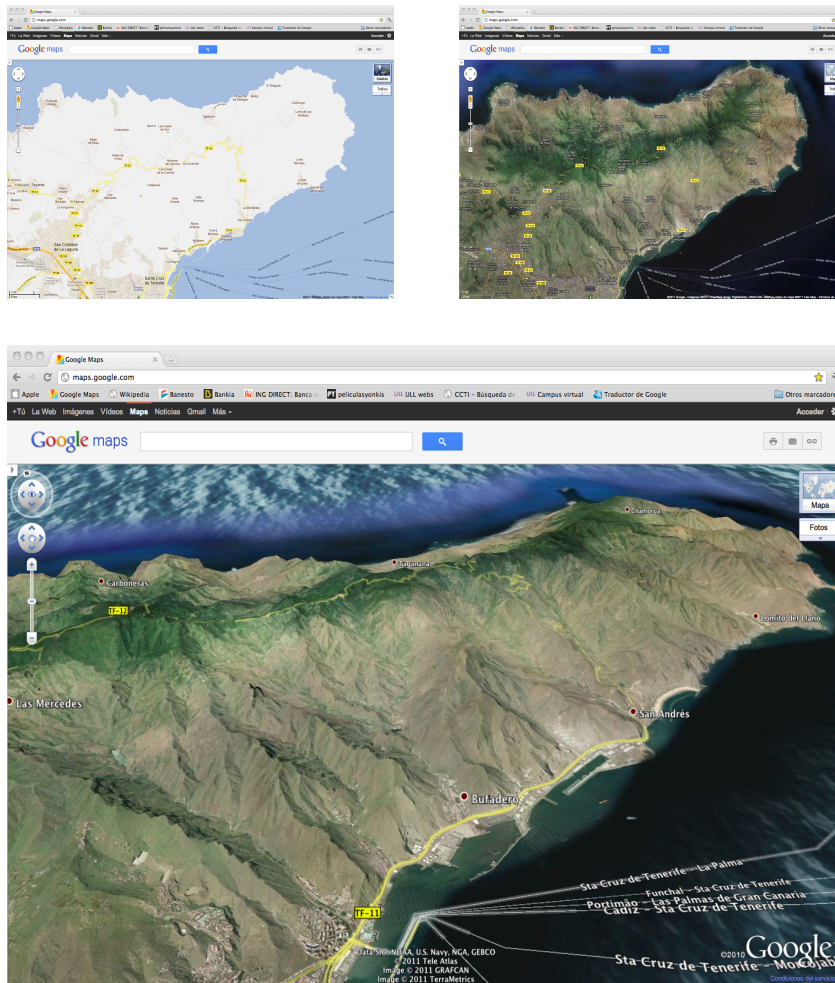


Figura 24. Interface de Google Maps bajo tres opciones de visualización: mapa, satélite y Earth.

4.3.3. Mapas (aplicación de Apple residente en dispositivos móviles)

Mapas es una aplicación de tratamiento de información geoespacial residente en los dispositivos iPhone, iPod Touch e iPad (Figura 25). Integra Google Maps, trabajando con bases de datos gestionada por Google, gracias a un acuerdo entre Apple y Google.

Ofrece, de modo muy parecido a google maps, cinco modos de visualización: clásico (cartografía convencional), satélite (ortofotos desde satélite), híbrido

(ortofotos y capa de cartografía superpuesta), relieve (Cartografía con sombreado noroeste) y Street View.



Figura 25. Interface de Aplicación Mapas de Apple en Ipad. Modo satélite.

Permite, gracias a los sistemas de localización incorporados en el dispositivo, incluir y representar la ubicación del usuario.

4.4. Infraestructuras de datos espaciales

Una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es un sistema informático integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, datos, aplicaciones, páginas web...) dedicados a gestionar Información Geográfica (mapas, ortofotos, imágenes de satélites, topónimos, información temática...) disponibles en internet que cumplen una serie de condiciones de interoperabilidad (normas, especificaciones, protocolos e interfaces) y que permiten al usuario, a través de un navegador, utilizar esta información y combinarla según sus necesidades.

Los recursos informáticos de este sistema pueden ser aplicaciones, páginas web, catálogo de datos, catálogo de servicios, servidores de mapas, bases de datos web, etc. La información geográfica que gestiona una IDE puede estar en forma de mapas, ortofotos, imágenes de satélite, topónimos o nombres geográficos, o capas de información de un SIG. La información geográfica debe ser acorde con determinadas normas y estándares y los recursos informáticos deben seguir especificaciones, protocolos e interfaces que garanticen la interoperabilidad.

Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) constituyen un nuevo modelo en el tratamiento y uso de la geoinformación. (Luque, 2011).

Lo que las distingue de los Virtual Globes es que en una IDE se pueden construir mapas a medida de las necesidades del usuario a través del servicio WMS. Las Infraestructuras de Datos Espaciales ofrecen la posibilidad de encontrar más información sobre un determinado tema, habida cuenta de que un gran número de ellas han sido creadas atendiendo a una determinada especificidad. Existen, por ejemplo, IDEs de temática tan variada como el Portal de Hidrocarburos del Ministerio de Industria y Comercio, la IDE de la Confederación Hidrográfica del Ebro o el SIGmayores, un geoportal de información sobre recursos sociales para personas mayores en España, por citar algunas.

Otro elemento diferenciador de las Infraestructuras de Datos Espaciales respecto de los Virtual Globes reside en la capacidad de descargar, de forma gratuita, cartografías oficiales a distintas escalas, llegando incluso a poder trabajar con mapas topográficos a escala 1/1000.

Así como los Virtual Globes pueden intercambiar información con los sistemas de información geográfica, las Infraestructuras de Datos Espaciales también pueden, a su vez, intercambiar información con los Virtual Globes. Además, a través de software de tratamiento de información geográfica como ArcGis,

AutoCAD MAP, Mapinfo o Microstation es posible acceder a los servicios ofrecidos por las Infraestructuras de Datos Espaciales.

4.4.1. Breve reseña histórica de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE).

Las Infraestructuras de Datos Espaciales surgen como consecuencia del impacto de la globalización en el ámbito de la información geográfica. Las tecnologías que hasta el momento se encargaban de gestionar esta información eran los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Estos SIG, cuyo desarrollo comenzó en los años 60 en Canadá, en un principio estaban destinados como herramientas de gestión de organizaciones públicas. Durante las dos décadas siguientes se desarrollaron algunos sistemas de información geográfica en los Estados Unidos, pero seguían estando restringidos a un uso por parte de administraciones públicas. En los años 80 y 90 se comenzó a desarrollar software GIS de usuario que podía ser utilizado en ordenadores personales.

Estos programas de SIG presentaban algunos problemas: obtención de datos costosa y de difícil utilización por ausencia de estándares, fuentes de información desconocidas e inaccesibles y modelos y formatos poco normalizados, unido a la complejidad que presentaba su manejo, solo al alcance de personal altamente cualificado.

Con la llegada del siglo XXI y el desarrollo e implantación definitiva de internet y las Tecnologías de la Información y Comunicación, la aparición del Software Libre propició una corriente a favor de los sistemas abiertos a los SIG. Se planteaban cuestiones como (Rodríguez, 2011):

- La necesidad de disponer de información actualizada. La información geográfica está continuamente cambiando ya sea por la acción del hombre o por causas naturales, y para tomar decisiones fundamentadas es necesario disponer de datos actualizados.
- La necesidad de disponer de información instantánea, para lo cual el acceso a los datos geográficos debe ser inmediato. También en los momentos críticos de tomas de decisión, se requiere que la información esté disponible de manera inmediata. Esto implica que los centros de distribución de información deben tener agilidad en la entrega de la información.
- La necesidad de un acceso universal a la información. El acceso más rápido, generalizado y universal es el que se realiza por medio de las redes de internet.

Esta apertura fue impulsada por las especificaciones de interoperabilidad, públicas y accesibles en la web, definidas por el Open Gis Consortium (ahora Open Geospatial Consortium. <http://www.opengeospatial.org>), fundado en 1994 con el objetivo de definir unos estándares de interoperabilidad de la información geográfica a favor de un uso abierto, libre y gratuito. Se trata de una organización integrada por 242 empresas, organismos públicos y universidades que desarrollan estándares a través de un consenso, estándares que permiten la interoperabilidad de la información geográfica.

Fruto del trabajo del Open Gis Consortium, en la Unión Europea se estableció un marco de referencia para las iniciativas IDE de los Estados miembros mediante la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007 denominada INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe, <http://inspire.jrc.ec.europa.eu>), cuyo objetivo final era crear una Infraestructura de Datos Espaciales en Europa, basada en las Infraestructuras de

Datos Espaciales de los estados miembros, que debían ser compatibles y utilizables en un contexto comunitario y transfronterizo, al objeto de resolver problemas complejos de planificación y gestión territorial y medioambiental en el ámbito de la Unión Europea.

INSPIRE se basa en los siguientes principios (Mas, et. al., 2011):

- Los datos deben ser recogidos sólo una vez y mantenidos en el nivel donde se logre la máxima efectividad
- Debe ser posible combinar información geográfica de distintas fuentes de forma continua para toda Europa, y compartirla entre usuarios y aplicaciones.
- La información geográfica debe ser abundante y disponible bajo condiciones que no impidan su uso generalizado.
- Debe ser fácil descubrir la información geográfica disponible, y en qué condiciones puede conseguirse y usarse.

Bajo estos postulados, la Directiva INSPIRE insta a Administraciones Nacionales, Regionales y Locales a:

- Publicar los datos geográficos que administran en el ejercicio de sus funciones mediante servicios web estándar de localización de datos y servicios (catálogo), visualización, transformación a las especificaciones inspire y descarga.
- Que los servicios de localización de datos y servicios de visualización sean gratuitos.
- Documentar los datos y servicios geográficos mediante los correspondientes metadatos (datos sobre los datos).

Esto se consigue bajo el cumplimiento de un conjunto de Normas de Ejecución (Implementing Rules) establecidas mediante Reglamentos de obligado

cumplimiento por los países miembros, así como de una serie de Directrices Técnicas que proporcionan el soporte técnico específico necesario para la implementación de lo contemplado en los Reglamentos.

En consonancia con la iniciativa INSPIRE, cada estado miembro desarrolla su propia infraestructura de datos espaciales.

En España, al amparo de la publicación en el Boletín Oficial del Estado de la Orden FOM/956/2008 de 31 de marzo, por la que se aprobó la política de difusión pública de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, se comienza a desarrollar la IDE de España (<http://www.idee.es/>), la cual integra, a través de Internet, los nodos y geoportales de recursos IDE de productores de información geográfica a nivel nacional, regional y local (Figura 26).

El Consejo Superior Geográfico es el órgano regulador de la IDE de España (IDEE), órgano colegiado creado por la Ley 30/1986 y remodelado en el RD 1545/2007. Ejerce una función consultiva y de planificación general de la información geográfica y cartográfica oficial, y en él están representados todos los actores relevantes del sector cartográfico.

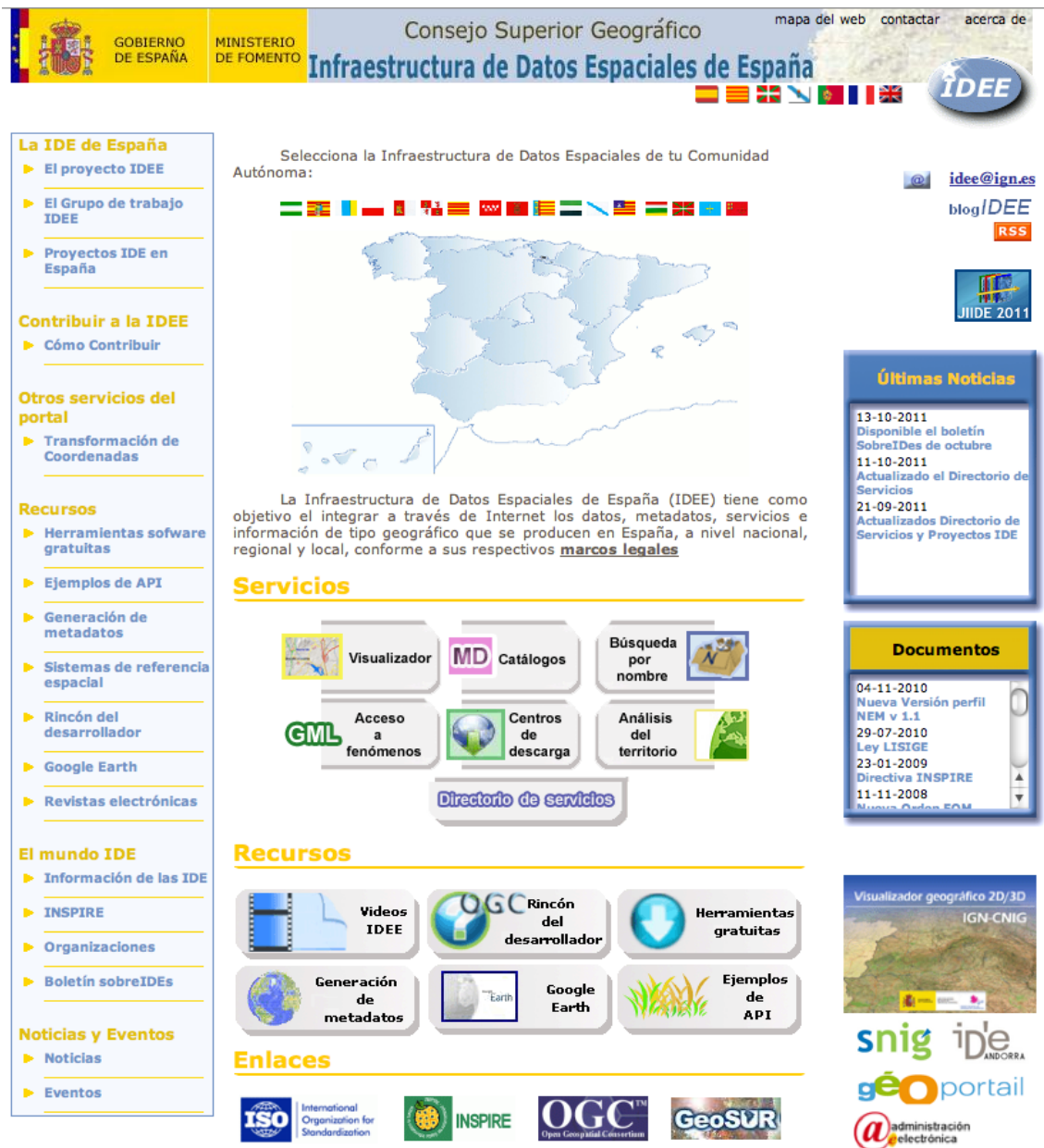


Figura 26. Interface de Aplicación Mapas de Apple en iPad. Modo satélite.

4.4.2. Componentes de una IDE.

Datos.

Se contemplan tanto los datos de referencia como los temáticos. Los datos de referencia son los que forman el mapa base o mapa sobre el que se referencian los datos temáticos. Los datos temáticos ofrecen información acerca de un determinado aspecto de la zona geográfica sobre la que se definen. Pueden estar

asociados a variables físicas, sociales, políticas, culturales, económicas, ecológicas, sociológicas o cualquier otra variable que pueda estar relacionada con un territorio.

A cada dato temático se le asocia un dato de referencia, al objeto de geolocalizar un determinado fenómeno.

Metadatos.

Su función es ofrecer información sobre los datos: cuándo fueron tomados, por quién, entidad responsable, etc. Se regulan a través de la norma internacional ISO 19115 Geographic Information-Metadata.

Servicios.

Lo componen las aplicaciones o funcionalidades accesibles a través de internet que una IDE ofrece al usuario para el tratamiento de la información geoespacial. De entre los más importantes cabe destacar:

- Servicios de mapas en web (Web Map Service: WMS). Permite la visualización de una imagen cartográfica generada a partir de una o varias fuentes provenientes de uno o varios servidores. Es el servicio más utilizado de las IDES. Produce mapas a partir de información geográfica resultado de la combinación de distintas capas de información relacionadas con el fenómeno que estemos estudiando: salud, demografía, transporte, educación, medio ambiente, etc. Los mapas producidos por WMS se generan normalmente en un formato de imagen como PNG, GIF o JPEG, y ocasionalmente como gráficos vectoriales en formato SVG (Scalable Vector Graphics) o WebCGM (Web Computer Graphics Metafile). El uso de formatos de imagen que soportan fondos transparentes permite que las capas subyacentes sean visibles. Las IDE se basan en arquitecturas cliente-servidor: la aplicación cliente envía peticiones de información en forma de URLs (Uniform Resource

Locators). Esta petición es recibida y procesada por el servidor WMS y como respuesta, devuelve al cliente una imagen en formato JPEG, GIF, PNG, etc.

Las aplicaciones clientes incluyen operaciones sencillas de visualización como son: apagar y encender capas, transparencia de las mismas, hacer zoom, desplazarse sobre el mapa, etc. Se pueden solicitar capas individuales de diversos servidores, localizados en distintos lugares remotos, produciendo el solapamiento de capas procedentes de diferentes fuentes (de ahí la importancia de la interoperabilidad entre los servicios). Existen múltiples alternativas de aplicaciones clientes, tanto propietarias (de pago) como de código abierto (gratuitas), y desarrolladas indistintamente con tecnología web (clientes ligeros) o de escritorio (clientes pesados) Algunos ejemplos de clientes pesados pueden ser: Arcgis, Mapinfo, Autocadmap, Microstation XM, Google Earth a partir de versión 4, Gaia (visor WMS gratuito), GVSig (herramienta SIG gratuita).

- Servicios de fenómenos en la web (WFS). Permite acceder a los datos, pudiendo consultar el archivo que define la geometría de un objeto cartográfico y visualizar sus atributos principales.
- Servicio de coberturas en Web (WCS). Similar al WFS, pero para datos raster como imágenes de satélite o modelos digitales de terreno.
- Servicio de nomenclátor (Gazetteer). Permite localizar fenómenos geográficos. Este servicio une cada nombre geográfico con su localización en base a coordenadas.
- Servicio de catálogo (CSW). Permite la búsqueda de información geográfica en base a los metadatos que la definen.

Organización

La compone el personal dedicado a su creación y mantenimiento, la estructura organizativa y de reparto de trabajo, los estándares y normas que permiten la

interoperabilidad y directivas como la INSPIRE, reglas y acuerdos entre productores de datos. La organización ordena, regula y armoniza todas las componentes de una IDE.

4.5. La Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias. IDECanarias.

Al realizarse el trabajo de campo de esta tesis en la Universidad de La laguna, en la isla de Tenerife, se eligió, dentro del Geoportal de la IDEE, la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias IDE Canarias.

IDECanarias se inaugura el 26 de mayo de 2008, poniendo a disposición de todos los usuarios la información geográfica de Canarias a través de diversos servicios que se ofrecen por internet, servicios que garantizan el cumplimiento de la Directiva INSPIRE en Canarias y permiten la integración de sus contenidos en la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). IDECanarias es accesible directamente a través de su portal: <http://www.idecan.grafcan.es/>, a través de la página principal del Gobierno de Canarias: <http://www.gobiernodecanarias.org/>, o a través de la web de GRAFCAN <http://www.grafcan.es/>.

La web concentra información general sobre el sistema, noticias, documentación, tutoriales, enlaces y, sobre todo, acceso a los principales servicios: Catálogo de Servicios, Google Earth, Tienda Virtual, Fotos de alta resolución, Aplicación Mapa, Visor y Estadísticas (Figura 27).



Figura 27. IDECanarias.

4.5.1. Catálogo de Servicios

Este catálogo recogerá todos los servicios OGC publicados de Canarias para su difusión.

IDECanarias está compuesta fundamentalmente por servicios WMS, distribuidos en tres bloques:

- mapas básicos, los cuales incluyen Ortofotos y Cartografía Básica
- mapas temáticos, se ofrecen mapas de Consejerías del Gobierno de Canarias que han ido publicando en esta plataforma: planeamiento urbanístico y de ordenación de Espacios Naturales, Ocupación de suelo, Vegetación, Cultivos, Geológico, límites de Espacios Naturales Protegidos, Zonas Especiales de Conservación (ZEC), etc.
- mapas históricos, se recogen todos aquellos servicios que han sido desplazados por aquellos con información más actualizada

4.5.2. Google Earth (IDECanarias en Google Earth)

Se trata de una aplicación que ofrece los siguientes servicios de IDECanarias bajo Google Earth:

- Mapa topográfico 1:5000
- Mapa callejero de Canarias
- Mapa de Vegetación
- Mapa de Ocupación del Suelo
- Mapa de Espacios Naturales
- Mapa Geológico de Canarias
- Planeamiento Urbanístico

4.5.3. Tienda Virtual

En el año 2008 el Gobierno de Canarias pone en funcionamiento el Servicio de Venta y Descarga de Información Geográfica y Territorial de Canarias, <http://tiendavirtual.grafcan.es>, que permite a todas las Administraciones Públicas, profesionales y ciudadanos la descarga gratuita de información en formato digital, bajo licencia de uso, y la adquisición, mediante pago electrónico, de productos geográficos en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.

El área pública está disponible para cualquier usuario y en ella, previa identificación, se puede elegir para un determinado producto entre su descarga gratuita, si se encuentra habilitada, o su adquisición mediante pago electrónico en soporte digital o impreso en papel, según los casos.

Los productos geográficos están estructurados en categorías (mapas topográficos, ortofotos, fototeca, Modelos Digitales del terreno, Cartografía Temática y Callejero). De la mayoría de los productos existen ediciones de diferentes fechas.

Así por ejemplo, el Mapa Topográfico cuenta, entre otras, con las ediciones de los años 2004-2006, 2007, 2008, 2009 y 2010. El usuario dispone, cuando es necesario, de una interfaz gráfica para conocer el ámbito territorial afectado por un determinado producto y, en muchos casos, dispone de miniaturas que le permiten tener una aproximación detallada al producto. El usuario además puede navegar libremente pero se le requiere que se identifique como un usuario válido del sistema si desea hacer uso de los servicios de descarga gratuita o compra.

4.5.4. Fotos de alta resolución

Se ofrecen fotos en alta resolución del territorio Canario, fotos de gran formato que a través de este servicio podemos visualizar en Google Earth o ubicar en una mapa de la IDECanarias.

4.5.5. Mapa

La aplicación MAPA es un visualizador de información geográfica destinado a usuarios profesionales. Los contenidos de información provienen de diferentes fuentes y se encuentran en constante proceso de revisión, actualización y mantenimiento. Incorpora solamente aquella información con un determinado grado de fiabilidad y que tuviese asegurado su mantenimiento y actualización.

El volumen de información en Mapa es mayor que en la plataforma IDECanarias ya que lleva funcionando desde hace 10 años. Actualmente el número de capas de información geográfica está en torno a 8.000 y el número total de vistas (agrupaciones de capas) definidas asciende a más de 1.200. Disponen de dicha aplicación más de 3.000 usuarios y tiene una media de 4.500 accesos mensuales. El visualizador profesional MAPA es de libre acceso, cualquier usuario puede darse de alta en la aplicación accediendo a la web y rellenando el formulario de alta. Los datos de acceso a la aplicación le serán remitidos vía correo electrónico.

MAPA funciona de forma remota a través de la tecnología Citrix. El usuario final a través de Internet, se conecta a los servidores centrales donde se encuentra la aplicación y es en estos servidores centrales donde se actualiza, mantiene y gestiona la información. Para acceder a la aplicación hay que ir a la web de Aplicaciones Territoriales: <http://mapa.grafcan.es>

Mapa es una herramienta de visualización de información geográfica, aunque con el tiempo se han incorporado otras funcionalidades más avanzadas como herramienta cálculos, geoconsultas, edición de capas vectoriales y carga de servicios WMS.

4.5.6. Visor

Es la aplicación más utilizada de IDECanarias, y será la que se utilice en los talleres TIG desarrollados en este trabajo.

El visor de IDECanarias es una aplicación desarrollada íntegramente con tecnología web y funciona en todos los navegadores más usados. Ya está en su versión 2.0. Se compone de una serie de funciones, de las cuales las más importantes se describen a continuación:

Área de visualización principal: la navegación en ella es muy similar a Google Maps o Google Earth, haciendo uso de los botones del ratón. En este área se ofrece una ventana desplegable en la esquina inferior derecha que hace la función de mapa de localización.

En la ventana de navegación se muestran en todo momento las coordenadas geográficas y UTM del sitio donde esté el cursor del ratón. Si se deja quieto el ratón proporciona la altura del sitio. Haciendo uso de los botones del ratón accedemos a herramientas de visualización como son zoom ventana, zoom más, zoom menos, zoom total y recuperación de la visualización anterior. Se ofrece la

posibilidad de visualizar la información en un único modo (ortoexpress, ortofoto urbana de alta resolución, mapa topográfico a distintas escalas... etc), Figura 28, así como en modo simultáneo combinando a la vez dos capas de información (Figura 29).

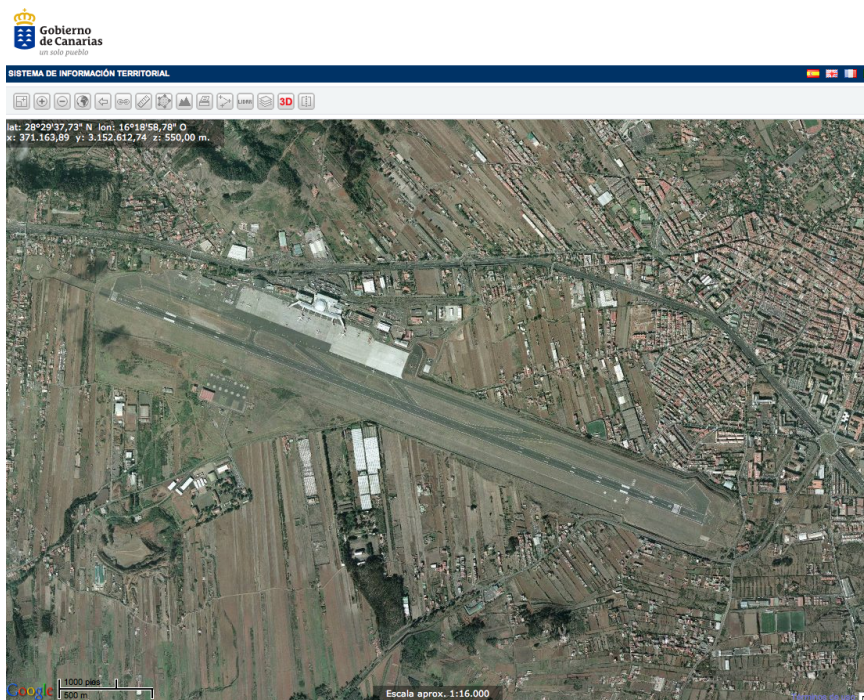


Figura 28. Área de Visualización de IDECanarias en modo ortofoto.

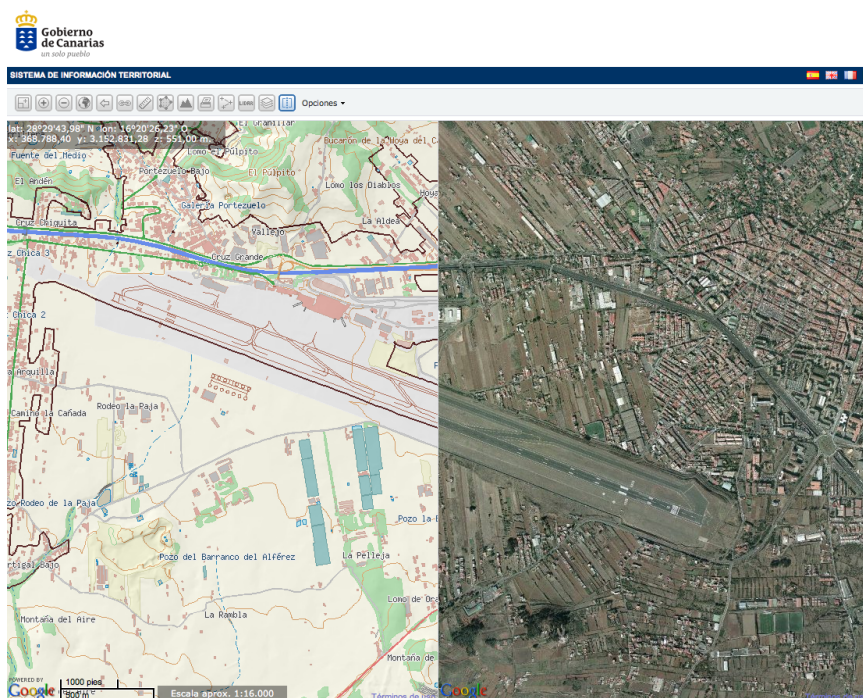


Figura 29. Área de Visualización simultánea de IDECanarias en modo mapa topográfico 1:1000 y ortofoto.

Panel de contenidos: ofrece los diferentes servicios publicados en IDECanarias organizados por categorías. Para acceder a cualquiera de ellos se despliega la categoría y se activa el servicio (Figura 30)

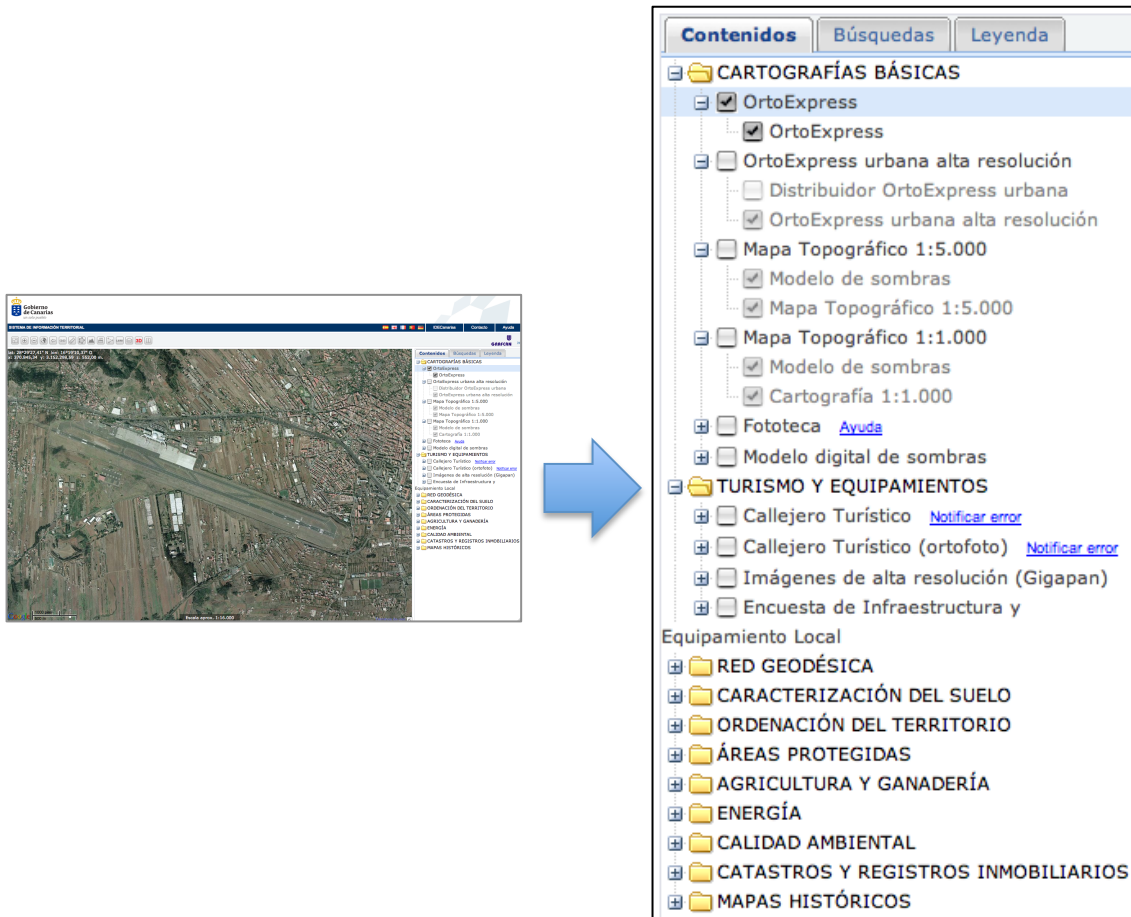


Figura 30. Panel de contenidos del Visor.

Panel de búsquedas, el servicio de búsquedas en el Visor se basa en un motor de búsqueda que hace uso de la información del callejero, toponimia, puntos de interés y textos de cartografía. La búsqueda se puede restringir al área de visualización que se tenga en ese momento. También ofrece la posibilidad de buscar por coordenadas UTM.

Panel de leyenda: para aquellos servicios que tengan asignada una leyenda se despliega, a la derecha de la imagen, un panel con la leyenda de la variable que

se esté analizando. En el ejemplo de la figura 31 se muestra el mapa de ocupación del suelo de La Laguna y la leyenda correspondiente.

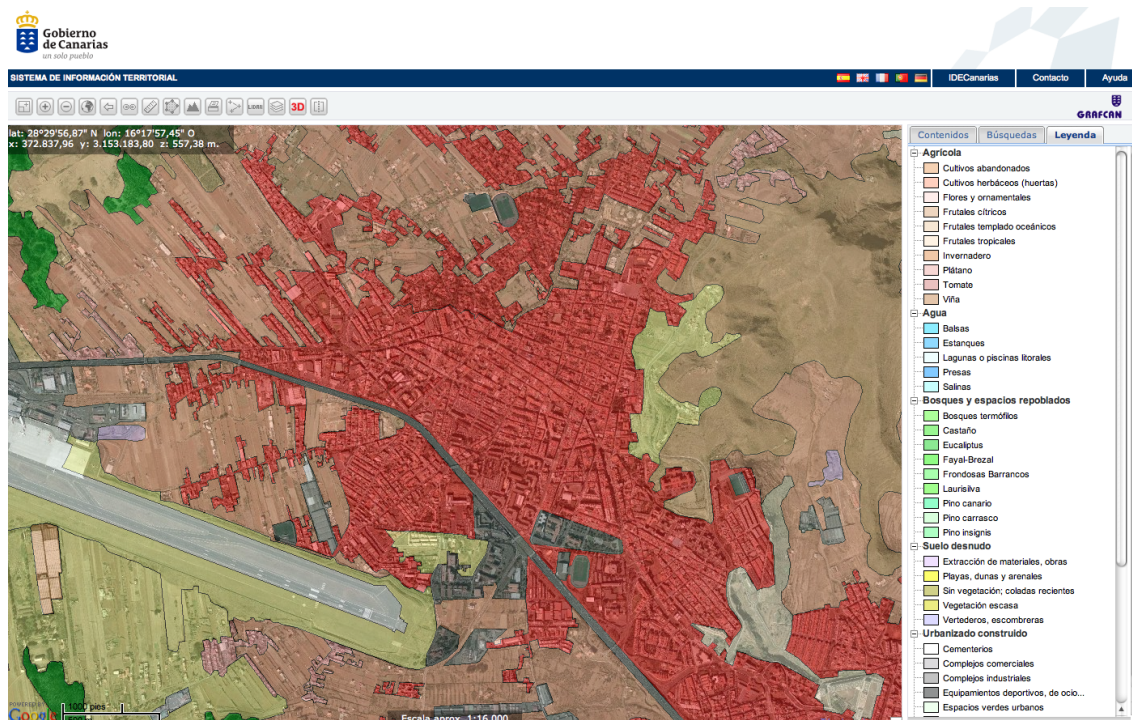


Figura 31. Panel de leyenda.

Solicitud de información: pulsando el botón izquierdo del ratón se accede a información temática del lugar donde se encuentre el cursor. Aparte de la información propia del servicio, la ventana de información permite acercar o alejar la imagen visualizada, así como abrir la información en una nueva ventana. La pestaña Detalle informa acerca de las coordenadas donde se hizo clic.

A través de este servicio podemos gestionar la generación de informes en PDF. En el ejemplo de la figura 32 se muestra una solicitud de información sobre el potencial fotovoltaico de una zona determinada correspondiente al mapa de radiación solar.

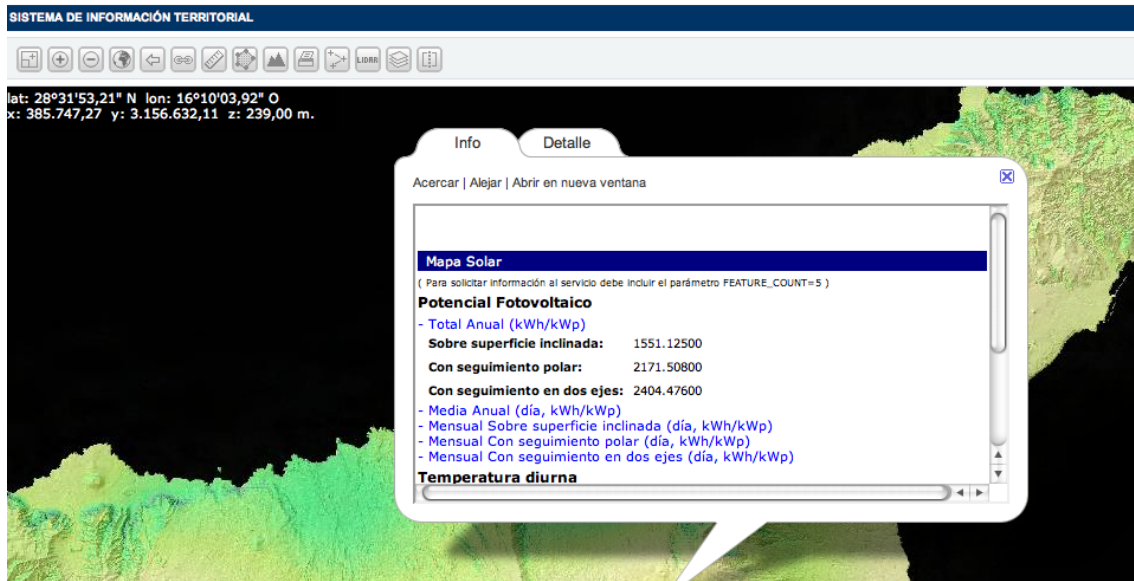


Figura 32. Solicitud de Información.

Enlace a la vista actual: se ofrece la posibilidad de copiar la dirección o enviarla por correo. Se trata de una herramienta útil para usarla después de realizar una búsqueda, ya que guarda también la entidad gráfica buscada (Figura 33).

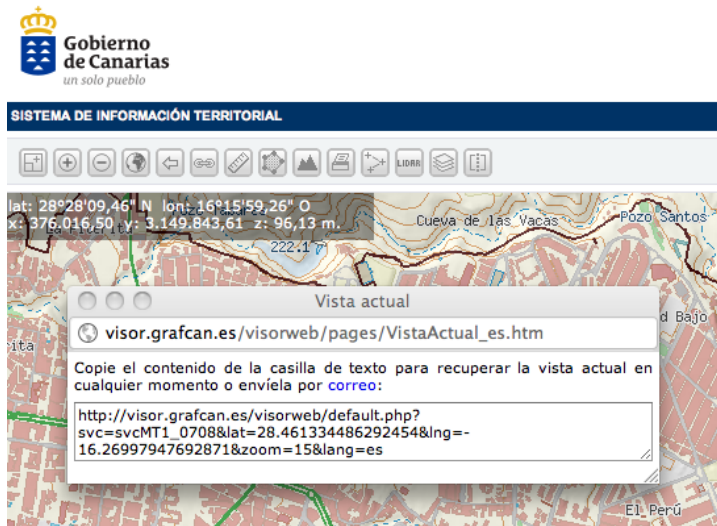


Figura 33. Enlace a la vista actual.

Mediciones: longitudinales y áreas. Una vez realizada la medición, la ventana de estas herramientas ofrecen la posibilidad de exportar la medición a formato kml (Google Earth). También se pueden modificar los vértices de la medición para cambiarla.

Calcular el perfil del terreno: esta herramienta hace uso del servicio WPS que calcula el modelo digital de elevación o alturas del terreno. La herramienta, una vez definido el ámbito donde queremos obtener el perfil, muestra una ventana donde se muestra información de la altura media, máxima y mínima, así como la altitud en cada vértice calculado y la distancia al punto inicial en la ventana del perfil. En la Figura 34 se muestra un perfil del Teide.

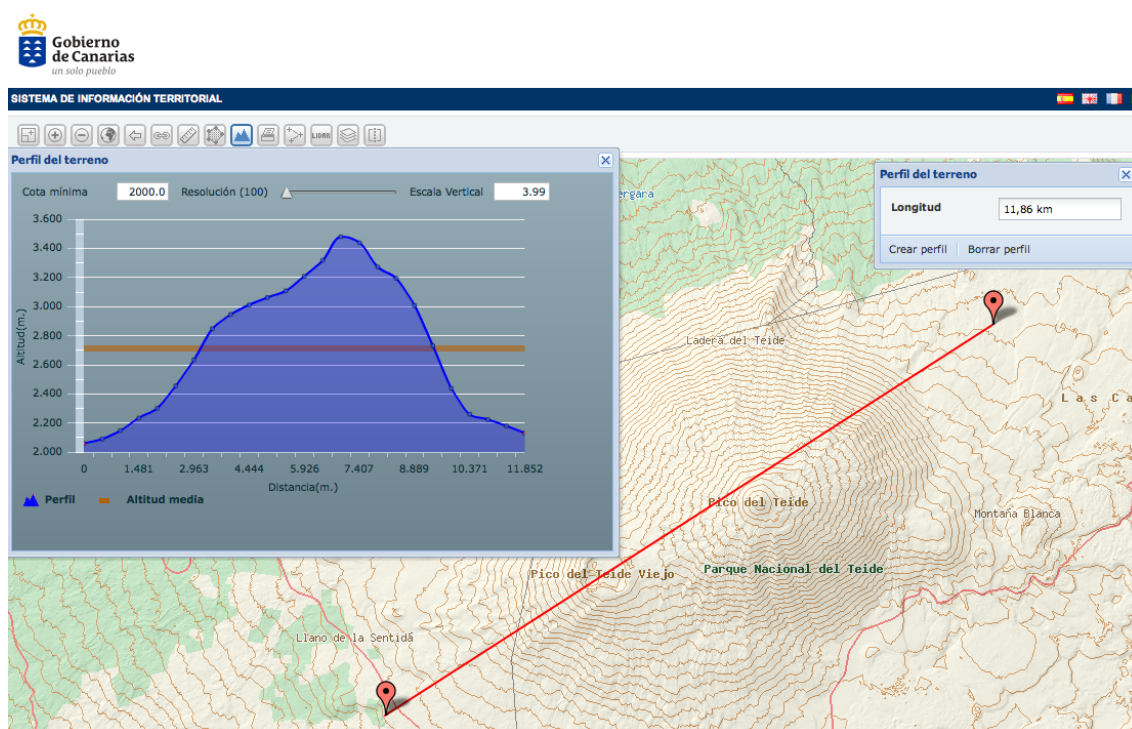


Figura 34. Cálculo y dibujo de un perfil longitudinal del terreno.

Impresión: la impresión de cualquier tipo de información, ya sea gráfica (mapas) o temática (listados, datos) se hace en formato pdf.

Cálculos de rutas: al activarla aparece una nueva ficha en el panel lateral llamada Ruta donde se especificará la dirección de origen y la dirección de

destino. Pulsando el botón Calcular del nuevo panel el sistema realizará el cálculo de la ruta.

Personalización de contenidos: la personalización de contenidos permite al usuario seleccionar de las distintas fuentes de datos WMS las capas que desee que formen parte de su servicio. El usuario puede salvar la información de sus servicios, de forma que en siguientes sesiones pueda recargarlos. Con esta herramienta el usuario tiene la posibilidad incluso de incorporar en el Visor servicios que éste no ofrece.

4.5.7. Estadísticas de uso de la IDECanarias.

Según el informe titulado “Impacto socioeconómico del sistema de Información Territorial de Canarias”, de Febrero de 2011, elaborado por el Gobierno de Canarias, en el periodo del 26 de mayo de 2008 a 31 de diciembre de 2010 se han atendido un total de 551.673.457 peticiones a los servicios WMS de IDECanarias, peticiones que han generado un volumen de información de 5.604 Gb distribuidos a través de Internet.

Entre los principales consumidores de estos servicios se encuentra el visor de IDECanarias que en entre el 28 de julio de 2008 y el 31 de diciembre de 2010 registró 648.555 visitas por parte de 210.178 usuarios únicos. Desde el visor también se han generado un total de 17.185 informes urbanísticos, 161.561 mapas de situación en pdf y 316.819 búsquedas por nombres geográficos. Durante los últimos meses el número de visitas diarias al visor de IDECanarias está en torno a las 1.650, superando en muchas ocasiones la cifra de 2.000.

IDECanarias se encuentra en pleno proceso de crecimiento y expansión. Así lo ponen de manifiesto los incrementos registrados entre los años 2009 y 2010 en el número de peticiones a los servicios WMS atendidas (+53,2%) y en el número de visitas al sitio web de su visualizador (+77,5%). Otros aspectos relevantes de esta

infraestructura son su fiabilidad y rendimiento. Con respecto a estos dos parámetros, esenciales en una infraestructura de administración electrónica, IDECanarias no ha sufrido ningún corte de servicio desde su puesta en funcionamiento –a pesar de los ceros energéticos de la isla de Tenerife en los últimos años y sufrir una inundación en las instalaciones de GRAFCAN en Gran Canaria- y su rendimiento se ha mantenido estable.

Evolución mensual del número de peticiones de WMS: el principal indicador para medir el consumo de mapas en IDECanarias es el número de peticiones a los servicios WMS. Desde el comienzo de IDECanarias, en mayo de 2008, el número de peticiones mensuales a los servicios WMS mantiene un crecimiento constante (Figura 35).

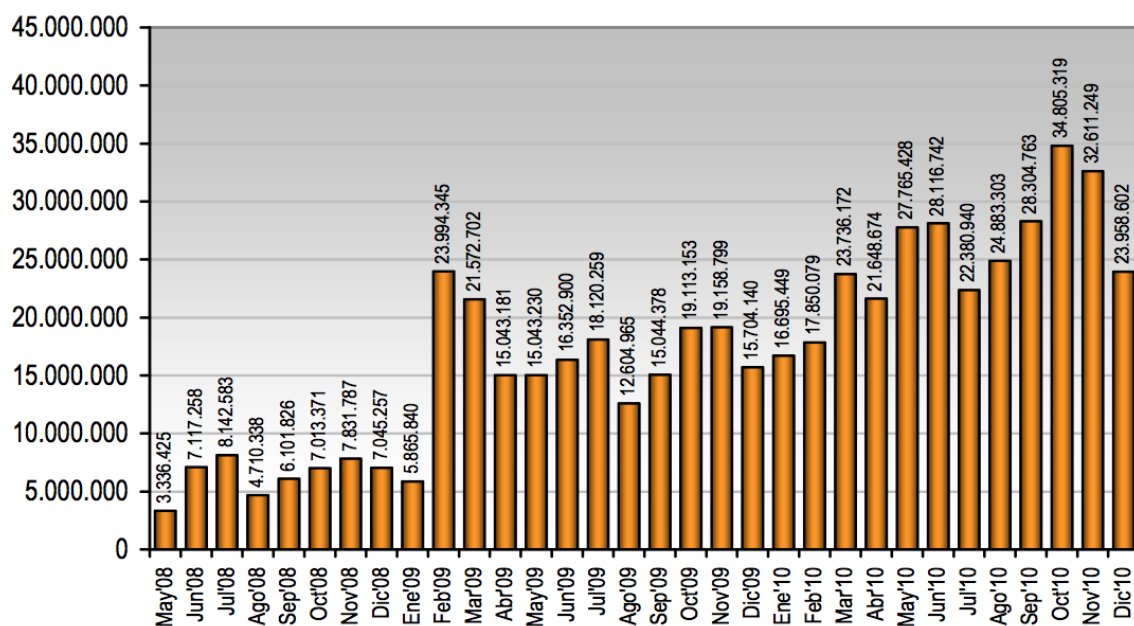


Figura 35. Evolución mensual del número de peticiones WMS. Fuente: Gobierno de Canarias.

Evolución anual del número de peticiones WMS: Los números de peticiones registradas durante los tres primeros años (2008, 2009 y 2010) de funcionamiento de IDECanarias han sido 51.298.845, 197.617.892 y 302.756.720. En total 551.673.457 de peticiones atendidas en 32 meses. Extrapolando la media de consumo del periodo comprendido entre mayo y diciembre de 2008 al periodo de enero a abril del mismo año (aún no había

entrado en funcionamiento IDECanarias), los incrementos anuales de demanda son del 185% en 2009 con respecto a 2008, y del 53% del 2010 con respecto al 2009 (Figura 36).

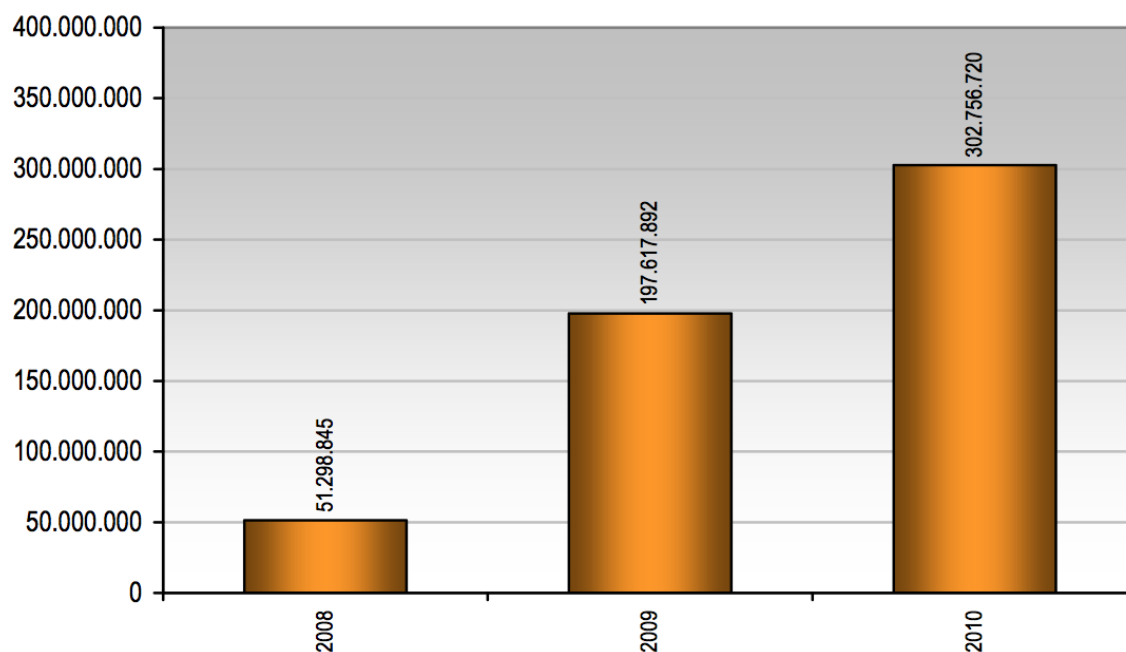


Figura 36. Evolución anual del número de peticiones WMS. Fuente: Gobierno de Canarias.

Grupos de interés: no se disponen datos sobre los usuarios de IDECanarias, aunque sí está recogido el dato sobre la aplicación MAPA, donde se puede observar (Figura X) que las Universidades Canarias constituyen un importante grupo de interés de la información georeferenciada, precedido de organizaciones que, por la naturaleza de sus actividades en el ejercicio de sus funciones, presentan una mayor frecuencia de uso como son los Cabildos y las Consejerías.

Con la incorporación de las Infraestructuras de Datos Espaciales en la docencia universitaria se espera conseguir aumentar significativamente este grupo de interés.

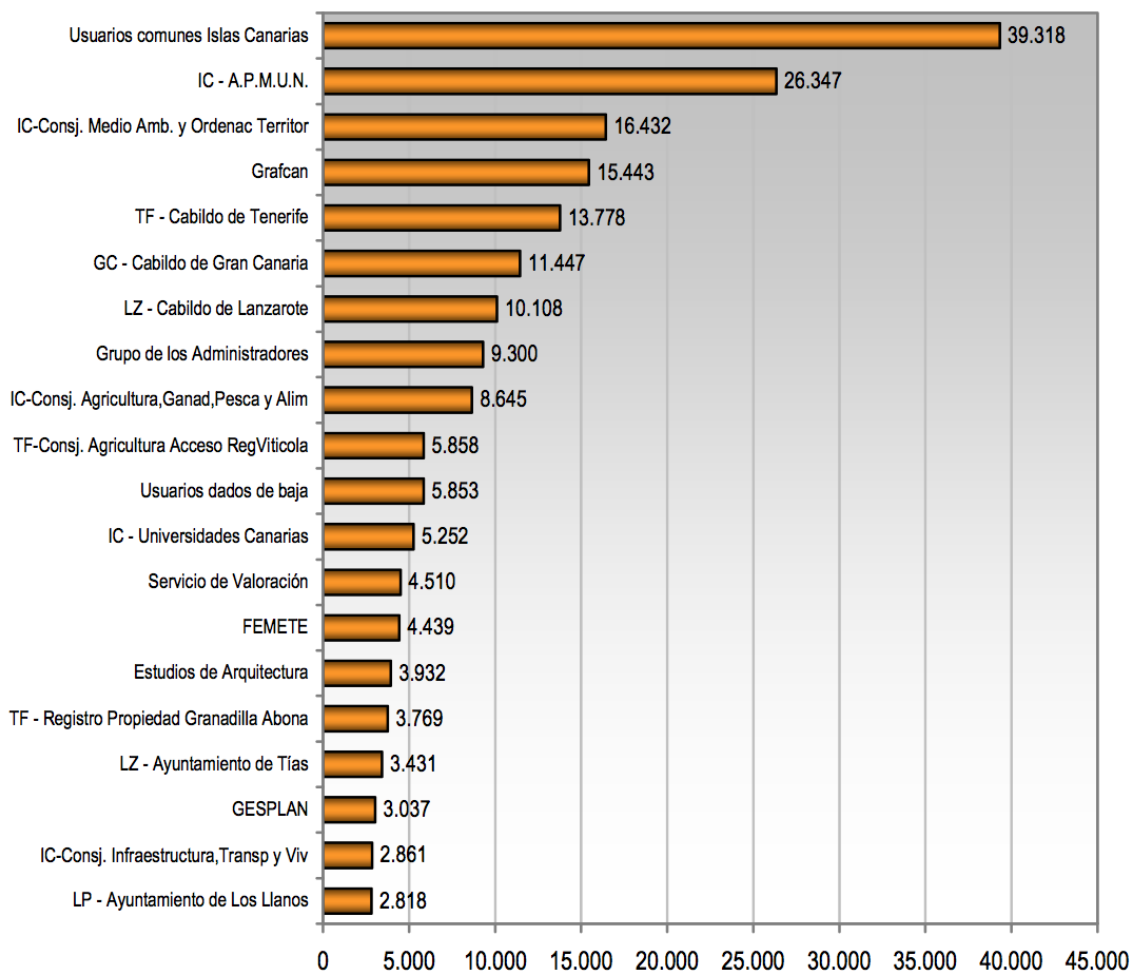


Figura 37. Grupos de Interés de IDE Canarias. Fuente: Gobierno de Canarias.

4.6. Las Tecnologías de Información Geográfica en el ámbito Náutico-Marítimo.

Los océanos son fundamentales en los procesos de ecosistema que influyen en los entornos naturales y humanos. La necesidad de sistemas globales de observación de océanos que permita una gestión eficaz y sostenible de los ecosistemas marinos y costeros es ampliamente reconocida por la comunidad científica (Drapeau, 2008).

La información geográfica referente al ámbito marítimo se ha ido desarrollando tradicionalmente en torno a cartas náuticas, sondeos batimétricos e información tabular sobre la gestión de flotas y capturas pesqueras.

Se ha reconocido a nivel nacional e internacional que los datos y la información recopilada para la elaboración de cartas de navegación y el apoyo de la seguridad de la navegación también son importantes para muchos otros aspectos de la ciencia y la gestión de los océanos y el medio ambiente marino. En un entorno globalizado en constante evolución técnica es fundamental el desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales Marinos (Maratos, 2007).

La aparición de nuevas tecnologías de información geográfica constituyen una potente herramienta para la gestión de datos relacionados con el mar. Es preciso hacer interoperable la información continental y oceánica e implementar Sistemas de Información Geográficos de mares, océanos y costas. (Rodríguez, et.al., 2007).

En el escenario internacional, la Organización Hidrográfica Internacional, a tenor de lo establecido por la normativa INSPIRE, coordina los requerimientos y demandas de información, interoperabilidad, distribución, acceso, difusión, estándares y seguridad de la información georeferenciada del ámbito marítimo. (International Hydrographic Bureau, 2011).

4.6.1. INSPIRE y la geoinformación marina, de costa y oceanográfica

La directiva INSPIRE, que como se ha dicho con anterioridad define los principios y metodologías para la implementación de las Infraestructuras de Datos Espaciales en los estados miembros de la Comunidad Europea, en sus Anexos I y III incluye información referente a las costas, mares y océanos:

- Hidrografía (Anexo I): abarca elementos hidrográficos, incluidas las zonas marinas.

- Elevación (Anexo II): incluye modelos digitales de elevación de superficies oceánicas, batimetría y líneas de costa.
- Rasgos Geográficos Oceánicos (Anexo II): condiciones físicas de los océanos (corrientes, salinidad, altura del oleaje, etc).
- Regiones del Mar (Anexo III): se consideran los mares y masas de aguas por regiones y subregiones con características comunes.

4.6.2. Ámbito español

Existen pocas experiencias en el ámbito español de navegadores de cartografía especializados o simplemente conteniendo información marítima y litoral. (Serral & Jordana, 2007). Así como en lo que respecta a la información de tierra, donde el establecimiento de Infraestructuras de Datos Espaciales se sucede de forma rápida desde la aparición de la normativa INSPIRE, en el sector marino-oceanográfico la aparición de IDEs marinas va más despacio. Existen pocos países que dispongan de una IDE marina plenamente operativa (Estados Unidos, Nueva Zelanda, Australia, Francia y el Reino Unido).

Para llegar a la creación de una IDE marina se precisa que los actores relevantes en lo que a la información de costa, náutica y oceánica creen grupos de trabajo que armonicen, coordinen y promuevan la implementación de servicios de Open Gis Consortium y Geoportales para integrarlos en una Infraestructura de Datos Espaciales Marina (Rodríguez, et. al., 2007). En España, es el Instituto Español de Oceanografía la autoridad competente en esta materia.

A tenor de la normativa INSPIRE, en España, la ley 14/2010 de 5 de julio sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica establece, en el Anexo II, los datos temáticos fundamentales a considerar en lo referente a la geoinformación de carácter marítimo, oceánico y de costa:

- Rasgos geográficos oceanográficos, que aporten las condiciones físicas de los océanos (corrientes, salinidad, altura del oleaje, etc.).
- Regiones marinas, con las condiciones físicas de los mares y masas de aguas salinas, por regiones y subregiones con características comunes.
- Regiones biogeográficas, como zonas dotadas de condiciones ecológicas relativamente homogéneas con unas características comunes.
- Hábitats y biotopos, como zonas geográficas caracterizadas por unas condiciones ecológicas específicas, procesos, estructuras y funciones de apoyo vital que sean soporte físico de los organismos que viven en ellas. Se incluirán zonas terrestres y acuáticas diferenciadas por sus características geográficas, abióticas y bióticas, tanto si son enteramente naturales como seminaturales.

Como respuesta a estos requerimientos de información, el Instituto Español de Oceanografía crea un Visor Web (Figura 38) que permite buscar, representar, analizar y gestionar la información geográfica del margen continental español ((http://mapserver.ieo.es/website/WMS_IEO/viewer.htm)).

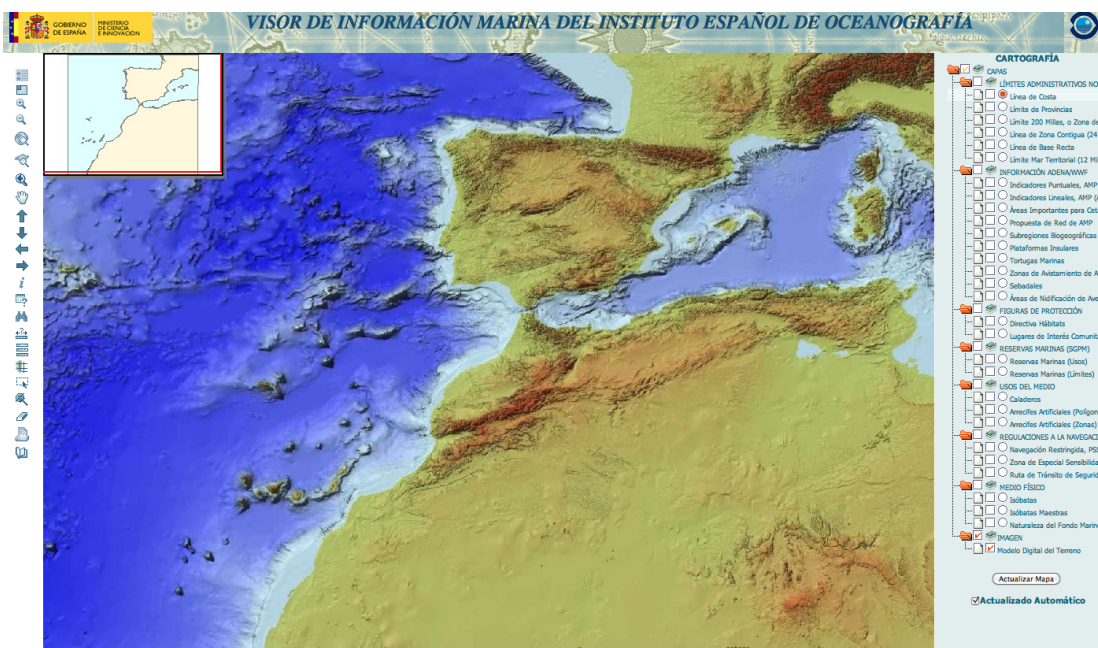


Figura 38. Interface del visor del Instituto español de oceanografía.

Este visor se desarrolla como parte del proyecto SIDFOMAR (Sistema de Información y tratamiento de datos de los fondos marinos), financiado por el Instituto Español de Oceanografía y la Secretaría General de Pesca Marítima.

Como objetivo, entre otros, contempla organizar, unir y homogeneizar la información existente o que se adquiriera sobre el medio marino, así como desarrollar sistemas de fácil acceso y consulta y su integración en la Infraestructura de Datos Espaciales de España con el desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales del Instituto Español de Oceanografía.

El visor consiste en un mapa que permite aumentar y desplazarse por toda el área representada, y sobre él se pueden superponer distintas capas con diversa información como los límites administrativos (líneas de costa, límites de provincia, límite de mar territorial...), información ambiental ADENA/WWF (aguas marinas protegidas, áreas de cetáceos, plataformas insulares, seabadales, tortugas marinas, zonas de avistamiento y nidificación de aves...), usos del medio (caladeros, arrecifes artificiales), reservas marinas (límites y usos), regulaciones a la navegación (zonas restringidas, zonas de especial sensibilidad, rutas de tránsito), medio físico (isobatas, naturaleza del fondo marino), además de permitir la visualización de modelos digitales del terreno del fondo marino (Figura 39).

Esta herramienta permitirá armonizar la información geográfica generada en diferentes centros del IEO, planificar las campañas oceanográficas, facilitar la toma de decisiones en las actividades de investigación y reforzar la difusión y divulgación de la información marina.

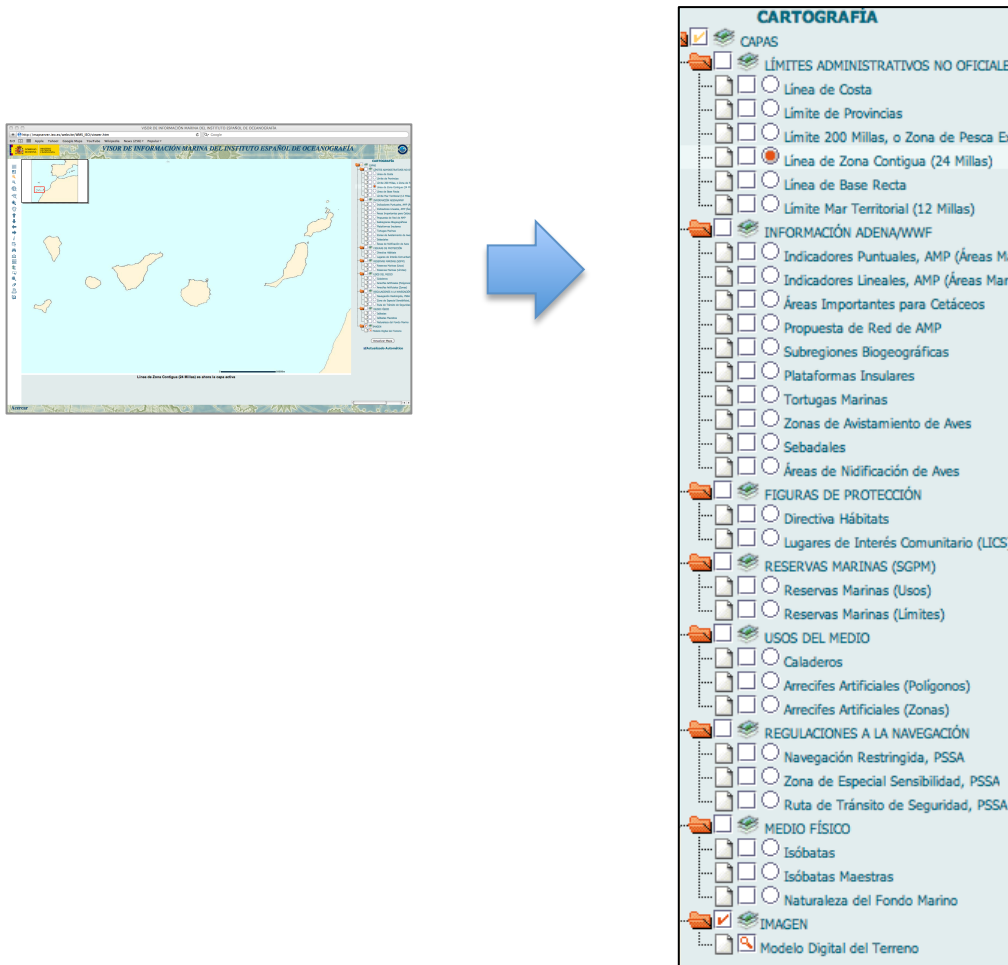


Figura 39. Panel de contenidos del Visor.

En el curso de realización de esta tesis se intentó hacer un taller con esta herramienta para los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval, pero el visor presentaba un funcionamiento muy inestable, las capas de información se sucedían con excesiva lentitud o, en la mayoría de los casos, aparecían mensajes de error.

Nos pusimos en contacto con el Instituto Español de Oceanografía para comprobar si estábamos accediendo a una dirección web actualizada del recurso. Las desarrolladoras de la aplicación, Nuria Hermida y Elena Pastor nos indicaron que la dirección de acceso era correcta, pero que el visor en la actualidad estaba en fase de desarrollo e implantación, motivo por el cual presenta errores en su funcionamiento.

A lo largo de los curso 2009/2010 y 2010/2011 hemos comprobado que sigue sin funcionar la aplicación, motivo por el cual se tomó la decisión de que los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval realizaran el taller con la Infraestructura de Datos de Canarias, pues el interface y modo de funcionamiento es muy similar, independientemente de la información a la que se acceda.

4.6.3. Ámbito Canario

En lo referente a la información geoespacial oceánica en el archipiélago canario se han llevado a cabo algunas acciones:

- El Instituto Canario de Ciencias Marinas está trabajando en la implantación de un Sistema de Información Geográfica en el que se disponga de información geoespacial sobre puertos, zonas marítimas, clima y acuicultura entre otros factores. Se encuentra en fase de desarrollo.
- La Consejería de Medio ambiente y ordenación territorial del Gobierno de Canarias creó el REDMIC: Repositorio de datos marinos integrados de canarias, una infraestructura de datos marinos de carácter público que contiene un banco de datos de todas las especies y hábitats marinos de la Región Macaronésica, con el objeto de facilitar el conocimiento y la gestión del medio marino y sus recursos. Este repositorio se plantea como un sistema abierto de información geográfica integrada para la búsqueda, visualización, descarga y análisis de los datos (<http://www.redmic.es/web/>). (Figuras 40 y 41).



Figura 40. Interface del Repositorio de Datos Marinos de Canarias.

Como en el caso del visor del Instituto Español de Oceanografía, el visor del REDMIC también se encuentra en fase de desarrollo, razón por la que no ha sido posible la realización de ningún taller con esta herramienta.

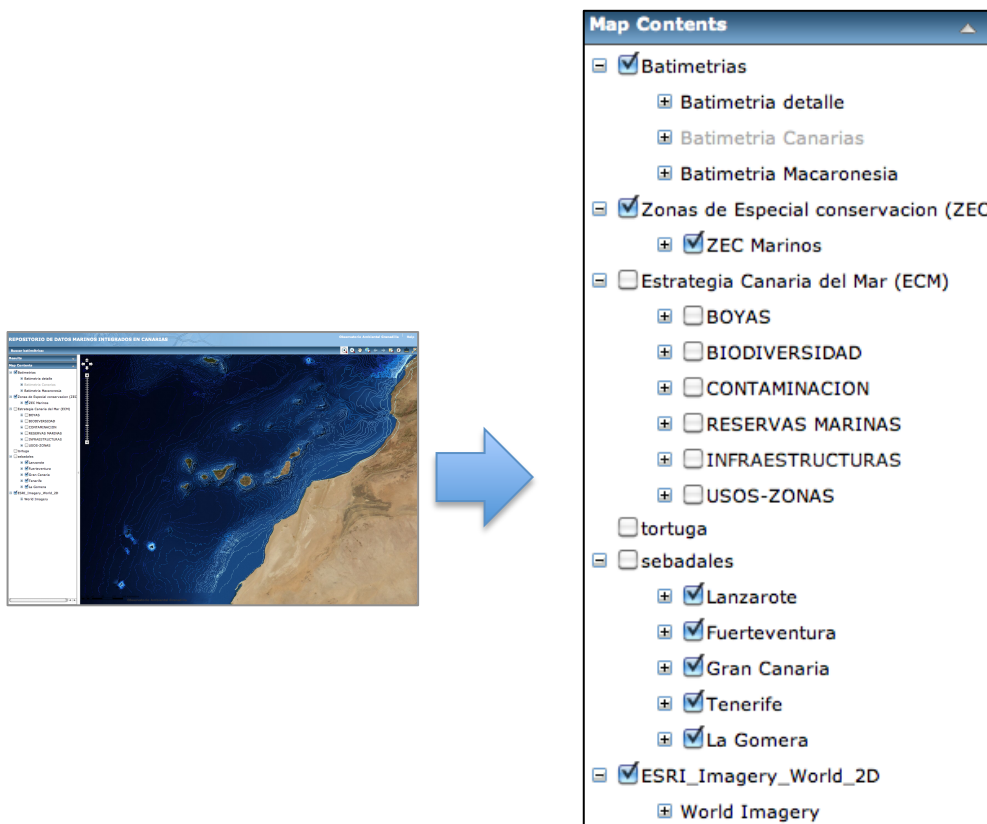


Figura 41. Panel de contenidos del Repositorio de Datos Marinos de Canarias.

CAPÍTULO 5. ENCUESTA USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO.

5.1 Introducción

De cara al diseño de contenidos y metodologías docentes en torno a nuevas Tecnologías de Información Geográfica y nuevos soportes como los dispositivos de pantalla táctil de gran formato es preciso conocer qué aplicaciones usan los alumnos que acceden a la Universidad y cómo las usan. A tal efecto se han diseñado unas encuestas on-line dirigidas a los alumnos universitarios de nuevo ingreso en titulaciones de Ingeniería, además de incluir el Grado en Geografía y Ordenación del Territorio por contemplar en sus planes de estudios un gran número de materias relacionadas con información geoespacial.

Estas encuestas se han realizado durante los cursos académicos 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012. Se ha encuestado a un total de 472 alumnos procedentes de la Universidad de La Laguna, la Universidad de Oviedo, la Universidad Politécnica de Barcelona y la Haute Ecole Charlemagne de la Universidad de Lieja, Bélgica. De estos 472, 172 pertenecen a estudios de Ingeniería en el ámbito náutico-marítimo.

Los formularios se han diseñado dentro de un entorno virtual de aprendizaje para los alumnos de la Universidad de La Laguna, aunque por problemas de acceso al campus virtual por parte de algunas poblaciones ajenas al campus de la Universidad de La Laguna (el resto de escuelas de náutica de España así como los alumnos de la Universidad de Lieja) se realizaron también utilizando la herramienta de formularios que ofrece la aplicación Google Docs.

La población de alumnos pertenecientes al ámbito náutico marítimo no había sido encuestada en los trabajos realizados dentro de la línea de investigación en

habilidades espaciales por el grupo DEHAES. Se ha realizado para este colectivo una encuesta entre las siete escuelas de náutica de España, aunque hasta la fecha solo se han recibido datos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna, la Facultad de Náutica de la Universidad Politécnica de Barcelona y la Escuela Superior de la Marina Civil de la Universidad de Oviedo; un total de 172 estudiantes. Dado que con los alumnos de la Universidad de La Laguna se celebraron talleres en dos cursos académicos se aportan datos por separado de cada uno de los cursos. Los datos recogidos en estas encuestas se detallan por separado.

Una encuesta específica sobre modelado tridimensional se realizó entre los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna que participaron en el Taller de Modelado 3D. Los datos de esta encuesta se detallan en el capítulo 8 de esta tesis, donde se trata la prueba piloto del taller.

Las encuestas se han diseñado en torno a tres bloques de información:

- Bloque datos genéricos: se recogen datos como la edad, el sexo y los estudios previos con los que los alumnos acceden a la Universidad, además de sondear el interés del alumno en participar en talleres de corta duración.
- Bloque Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs): se plantean cuestiones relacionadas con el uso y la frecuencia de uso de nuevas tecnologías de la información y la comunicación, además de preguntas en torno a nuevos soportes (dispositivos de pantalla táctil).
- Bloque Tecnologías de la Información Geográfica (TIGs): el alumno responde a una serie de cuestiones relacionadas con el uso y la frecuencia de uso de nuevas tecnologías relacionadas con la información geográfica.

5.1.1. Resultados encuesta bloque de datos genéricos.

Para la consulta de datos sobre datos genéricos de la población se formularon cuatro preguntas:

- Sexo
- Edad
- Estudios con los que accede a la Universidad
- Interés en participar en talleres para el desarrollo de las habilidades espaciales

| Titulación | Sexo | | Edad | Estudios Previos | | | Interés Taller |
|--|---------------|--------------|-------|------------------|--------------|-------------|----------------|
| | Hombre | Mujer | | Bachiller | F.P. | Otros | |
| Ing. Técnico Agrícola, n=51 | 58,82% 31 | 41,18% 21 | 21,89 | 88,23% 45 | 11,76% 6 | 0% 0 | 98,03% 50 |
| Grado en Ingeniero Agrícola y del Medio Rural, n=22 | 50% 11 | 50% 11 | 22,50 | 90,91% 20 | 9,09% 2 | 0% 0 | 90,91% 20 |
| Ingeniero de la Edificación n=119 | 61,34% 72 | 38,66% 46 | 24,57 | 85,71% 102 | 10,08% 12 | 4,2% 5 | 79,83% 95 |
| Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, n=22 | 72,73% 16 | 27,27% 6 | 22,27 | 90,91% 20 | 4,55% 1 | 4,55% 1 | 81,82% 18 |
| Ingeniería Técnica de Obras Públicas, n=77 | 50,65% 39 | 49,35% 38 | 21,74 | 88,31% 68 | 10,39% 8 | 1,30% 1 | 77,92% 60 |
| Master Ingeniero Industrial, n=9 | 75,49% 6 | 24,51% 3 | 24,46 | 86,38% 8 | 0% 0 | 13,62% 1 | 100% 9 |
| Promedios | 58,30% 175 | 41,7% 125 | 22,91 | 87,7% 263 | 9,7% 29 | 2,7% 8 | 84% 252 |

Tabla 14: resultados encuesta bloque de datos genéricos

La población encuestada es de 300 alumnos, distribuidos en 175 hombres (58,3%) y 125 mujeres (41,7%), con una edad media de 22,91 años. Acceden a la Universidad en su mayoría a través del Bachillerato (263; 87,7%), seguido de estudios de Formación Profesional (29; 9,7%) y de otras procedencias como otras

CAPITULO 5. ENCUESTA DE USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO

carreras, Universidad para mayores de 25 años, etc. (8; 2,7%). Un 84,0 % manifestó tener interés en participar en talleres para la mejora de las habilidades espaciales.

| Ingenierías ámbito marítimo | Sexo | | Edad | Estudios Previos | | | Interés Taller |
|---|---------------|--------------|-------|------------------|--------------|-------------|----------------|
| | Hombre | Mujer | | Bachiller | F.P. | Otros | |
| Universidad de La Laguna (Curso 2010/2011), n=55 | 87,27% 48 | 12,73% 7 | 23,11 | 74,55% 41 | 16,36% 9 | 9,09% 5 | 89,09% 49 |
| Universidad de La Laguna (Curso 2011/2012), n= 83 | 64 77% | 19 23% | 22,26 | 83% 69 | 23% 19 | 4% 4 | 96,38% 80 |
| Universidad Politécnica de Barcelona, n=26 | 81% 21 | 19% 5 | 20,19 | 88% 23 | 12% 3 | 12% 3 | 92,30% 24 |
| Universidad de Oviedo, n=8 | 50% 4 | 50% 4 | 23,75 | 75% 6 | 13% 1 | 13% 1 | 87,5% 7 |
| Promedios | 79,65% 137 | 20,35% 35 | 22,33 | 80,81% 139 | 18,60% 32 | 7,56% 13 | 93,02% 160 |

Tabla 15: resultados encuesta bloque de datos genéricos

La población encuestada es de 172 alumnos, distribuidos en 137 hombres (79,65%) y 35 mujeres (20,35%), con una edad media de 22,33 años. Acceden a la Universidad en su mayoría a través del Bachillerato (139; 80,81%), seguido de estudios de Formación Profesional (32; 18,60%) y de otras procedencias como otras carreras, Universidad para mayores de 25 años, etc. (13,7,56%). Un 93,02 % manifestó tener interés en participar en talleres para la mejora de las habilidades espaciales.

Destaca la menor presencia de mujeres (20,35%) en Ingenierías del ámbito náutico-marítimo que en las otras carreras analizadas, donde la población de sexo femenino es bastante mayor (41,70%).

5.1.2. Resultados encuesta bloque tecnologías de la información y la comunicación (TICs).

En este apartado se le pregunta al alumno cuestiones relacionadas con las tecnologías de la información y comunicación. Se han planteado las siguientes cuestiones:

5.1.2.1 ¿Qué grado de interés tienes por el mundo de la informática, los ordenadores y los avances tecnológicos en general?

| Titulación | Nada | Poco | Algo | Bastante | Mucho |
|--|---------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Ing. Técnico Agrícola, n=51 | 0% 0 | 3,92% 2 | 41,17% 21 | 47,06% 24 | 7,84% 4 |
| Grado en Ingeniero Agrícola y del Medio Rural, n=22 | 0% 0 | 4,55% 1 | 36,36% 8 | 40,91% 9 | 18,18% 4 |
| Ingeniero de la Edificación n=119 | 0% 0 | 3,36% 4 | 23,53% 28 | 46,22% 55 | 26,89% 32 |
| Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, n=22 | 0% 0 | 0% 0 | 50% 11 | 36,36% 8 | 13,64% 3 |
| Ingeniería Técnica de Obras Públicas, n=77 | 0% 0 | 0% 0 | 19,48% 15 | 62,34% 48 | 18,18% 14 |
| Master Ingeniero Industrial, n=9 | 0% 0 | 0% 0 | 33,33% 3 | 44,44% 4 | 22,22% 2 |
| Promedios | 0% | 2,3% 7 | 28,7% 86 | 49,3% 148 | 19,7% 59 |

Tabla 16: resultados encuesta bloque tecnologías

El interés por las nuevas tecnologías entre el alumnado universitario encuestado es alto: casi la mitad de la población (49,3%) afirma tener bastante interés, y un 19,7% dice tener mucho interés.

CAPITULO 5. ENCUESTA DE USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE
NUEVO INGRESO

| Ingenierías ámbito marítimo | Nada | Poco | Algo | Bastante | Mucho |
|--|---------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Universidad de La Laguna (Curso 2010/2011), n=55 | 0% 0 | 1,82% 1 | 14,55% 8 | 49,09% 27 | 34,55% 19 |
| Universidad de La Laguna (Curso 2011/2012), n= 83 | 0% 0 | 0% 0 | 22% 18 | 59% 49 | 19% 16 |
| Universidad Politécnica de Barcelona, n=26 | 0% 0 | 4% 1 | 23% 6 | 54% 14 | 19% 5 |
| Universidad de Oviedo, n=8 | 0% 0 | 13% 1 | 13% 1 | 50% 4 | 25% 2 |
| Promedios | 0% 0 | 2,32% 4 | 19,18% 33 | 54,65% 94 | 24,42% 42 |

Tabla 17: resultados encuesta bloque tecnologías en alumnos ámbito marítimo

En los estudios del ámbito náutico-marítimo el interés por las nuevas tecnologías entre el alumnado universitario encuestado también es alto: más la mitad de la población (54,65%) afirma tener bastante interés, y un 24,42%% dice tener mucho interés.

Se observan pocas diferencias respecto al resto de las carreras analizadas.

5.1.2.2. ¿Qué tecnologías usas de la siguiente lista: ordenadores de sobremesa o portátiles, Tablet-PC, Ipod Touch, Ipad, Internet, GPS, Otros, Ninguna?

| Titulación | Ordenador de sobremesa o portátil | Tablet PC | Ipod Touch | Ipad | Internet | GPS | Otras | Ninguna |
|--|--|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| Ing. Técnico Agrícola, n=51 | 100% 51 | 0% 0 | 3,92% 2 | 0% 0 | 96,08% 48 | 19,6% 10 | 13,72% 7 | 0% 0 |
| Grado en Ingeniero Agrícola y del Medio Rural, n=22 | 100% 22 | 0% 0 | 13,64% 3 | 4,55% 1 | 95,45% 21 | 9,09% 2 | 18,18% 4 | 0% 0 |
| Ingeniero de la Edificación n=119 | 100% 119 | 3,36% 4 | 13,45% 16 | 1,68% 2 | 98,32% 117 | 22,69% 27 | 12,61% 15 | 0% 0 |
| Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, n=22 | 100% 22 | 0% 0 | 13,64% 3 | 9,09% 2 | 100% 22 | 22,73% 5 | 4,55% 1 | 0% 0 |
| Ingeniería Técnica de Obras Públicas, n=77 | 98,70% 76 | 3,90% 3 | 18,18% 14 | 0% 0 | 96,10% 74 | 27,37% 21 | 10,39% 8 | 0% 0 |
| Master Ingeniero Industrial, n=9 | 100% 9 | 11,11% 1 | 44,44% 4 | 11,11% 1 | 100% 9 | 11,11% 1 | 11,11% 1 | 0% 0 |
| Promedios | 99,7% 299 | 2,7% 8 | 14,0% 42 | 2,0% 6 | 97,0% 291 | 22,0% 66 | 12,0% 66 | 0% 0 |

Tabla 18: resultados encuesta bloque tecnologías-uso

Destaca el poco uso que hacen de dispositivos de pantalla táctil como los Tablet-PC y el Ipad. Tan solo 6 estudiantes de los 300 encuestados en este bloque usan un Ipad. El uso de ordenadores (99,7%) e Internet (97,0%) está bastante generalizado.

CAPITULO 5. ENCUESTA DE USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE
NUEVO INGRESO

| Titulaciones ámbito náutico- marítimo | Ordenador de sobremesa o portátil | Tablet PC | Ipod Touch | Ipad | Internet | GPS | Otras | Ninguna |
|---|--------------------------------------|------------|--------------|------------|---------------|--------------|--------------|---------|
| Universidad de La Laguna (Curso 2010/2011), n=55 | 98,18% 54 | 5,45% 3 | 23,64% 13 | 1,82% 1 | 96,36% 53 | 36,36% 20 | 21,82% 12 | 0% 0 |
| Universidad de La Laguna (Curso 2011/2012), n= 83 | 100% 83 | 4% 3 | 13% 11 | 6% 5 | 98,80% 82 | 30% 25 | 22% 18 | 0% 0 |
| Universidad Politécnica de Barcelona, n=26 | 100% 26 | 0% 0 | 12% 3 | 8% 2 | 96,15% 25 | 42% 11 | 38% 10 | 0% 0 |
| Universidad de Oviedo, n=8 | 100% 8 | 0% 0 | 0% 0 | 0% 0 | 100% 8 | 38% 3 | 38% 3 | 0% 0 |
| Promedios | 99,41% 171 | 3,49% 6 | 15,69% 27 | 4,65% 8 | 97,67% 168 | 34,30% 59 | 25% 43 | 0% 0 |

Tabla 19: resultados encuesta bloque tecnologías-uso en alumnos ámbito marítimo

Los dispositivos de pantalla táctil como los Tablet-PC y el Ipad son poco utilizados. Tan solo 8 estudiantes de los 172 encuestados en este bloque usan un Ipad. El uso de ordenadores (99,41%) e Internet (100,0%) está bastante generalizado.

Los resultados son similares a los obtenidos en el resto de carreras analizadas. Aunque poco significativo, el porcentaje de alumnos que usan ipad es casi el doble en el caso de los estudios relacionados con el ámbito náutico-marítimo: 4,65% frente a un 2,0% de las otras titulaciones.

5.1.2.3. ¿Utilizas el ordenador para: estudiar, trabajar, entretenimiento, no lo uso, otros usos?

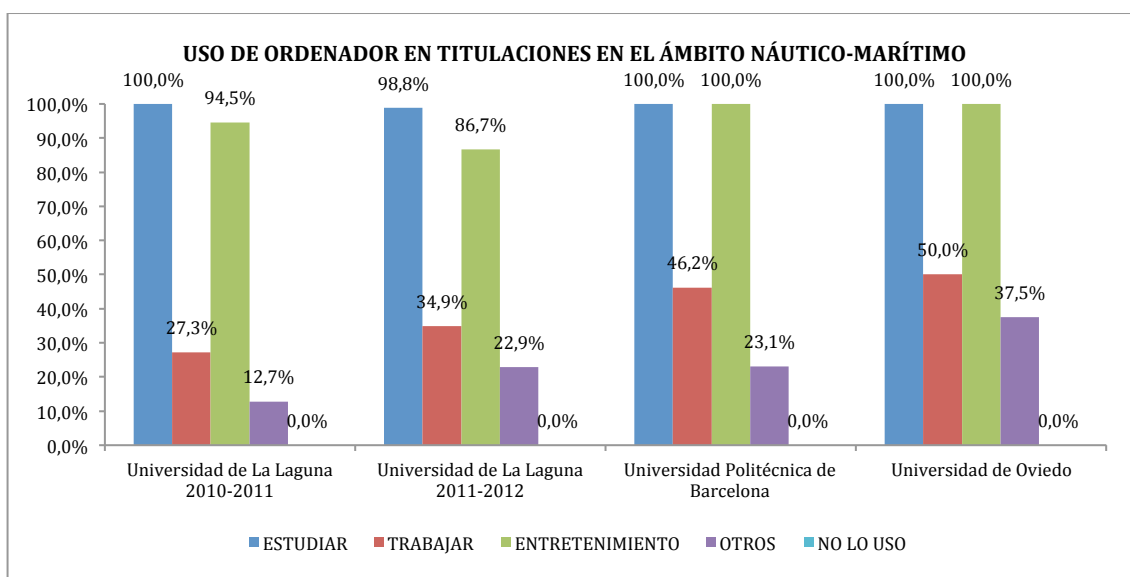
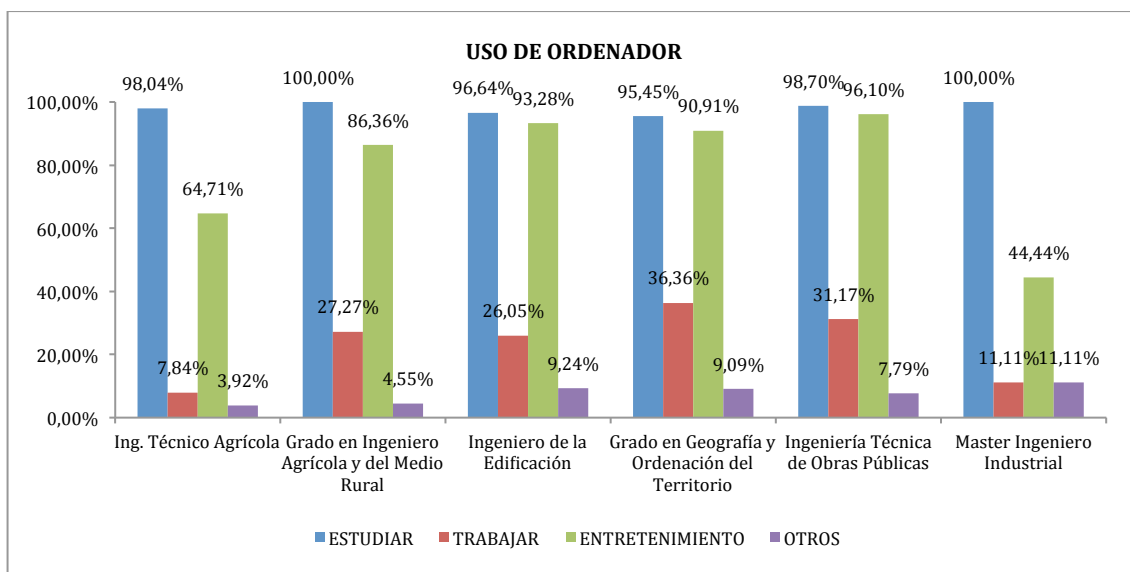


Figura 42: uso de ordenador

Los resultados son muy similares en ambos casos: los alumnos utilizan el ordenador mayoritariamente para estudiar, con valores superiores al 95% en todos los casos seguido de cerca por usos relacionados con el ocio y entretenimiento.

5.1.2.4. ¿Qué tipo de material didáctico prefieres: papel, presentaciones en power point o PDF?

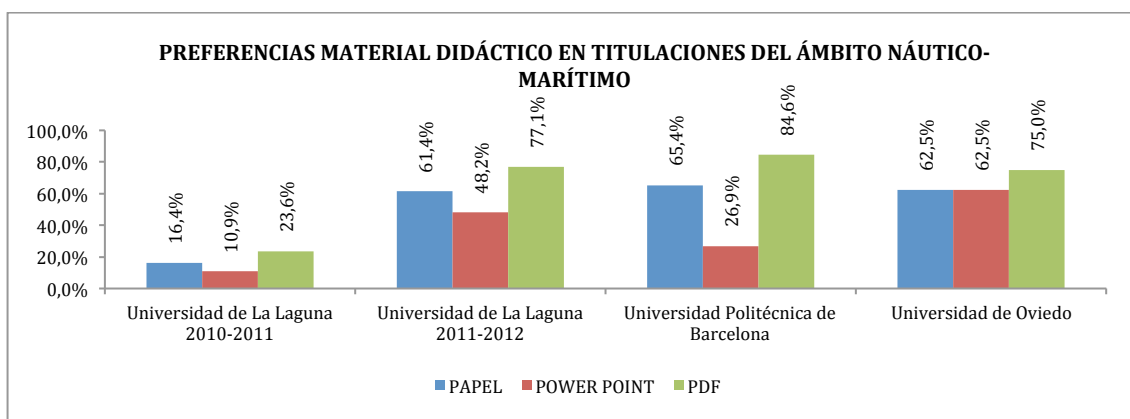
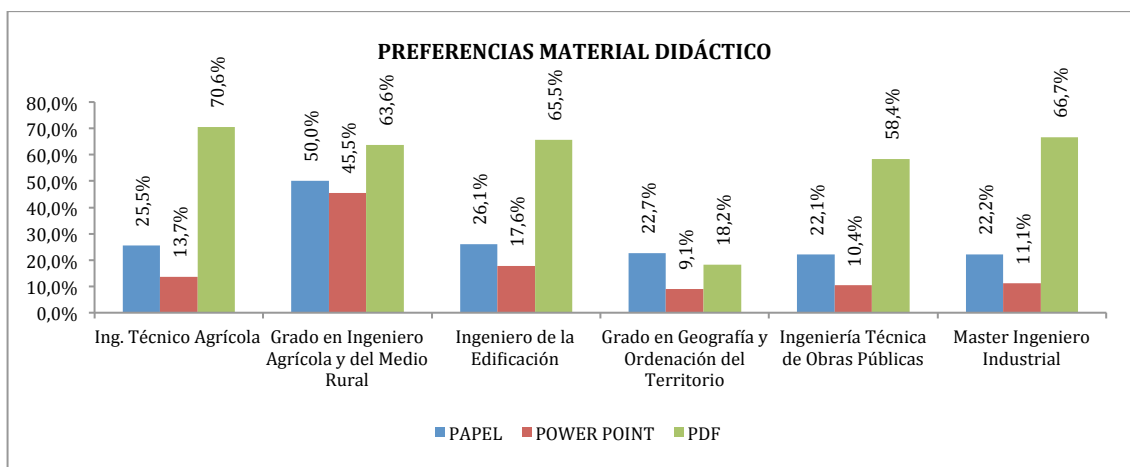


Figura 43: preferencia material didáctico

Para las titulaciones no-náuticas el formato de papel como preferencia de material didáctico es bastante menor respecto al formato pdf, registrando valores superiores al 22% y al 58% respectivamente, mientras que el formato power point arroja valores por debajo del 17% en la mayoría de los casos. En los estudios de ámbito náutico-marítimo los resultados son similares: se registra una preferencia hacia el formato digital, con valores por encima del 70% en todos los casos con la excepción de la Universidad de La Laguna, curso 2010-2011, con un valor muy inferior (23,6%), quizá debido una menor implantación de entornos educativos virtuales en ese curso académico, superada el curso 2011-2010, donde los valores son bastante mayores. El papel presenta un mayor índice de preferencia, superior al 60% en el resto de los casos respecto de las titulaciones no náuticas.

5.1.3. Resultados encuesta bloque tecnologías de la información geográfica (TIGs).

Sobre las cuatro tecnologías de información geográfica con las que se va a trabajar en los talleres: Google Earth, Google Maps, Aplicación Mapas de Apple e Infraestructura de Datos Espaciales se realiza una encuesta con dos bloques de preguntas:

- **Frecuencia de uso:** para conocer *qué* tecnologías de información geográfica utilizan los alumnos.
 - Frecuencia de uso de Google Earth
 - Frecuencia de uso de Google Maps
 - Frecuencia de uso de Aplicación Mapas
 - Frecuencia de uso de Infraestructuras de Datos Espaciales

- **Uso:** para conocer *cómo* usan las tecnologías de información geográfica.
 - Uso de Google Earth
 - Uso de Google Maps
 - Uso de aplicación Mapas
 - Uso de Infraestructuras de Datos Espaciales.

Se adjuntan los resultados de las encuestas primero en términos globales, es decir, con los resultados de todas las titulaciones encuestadas, separadas entre titulaciones no relacionadas con el ámbito náutico-marítimo (Ingeniería Técnica Agrícola, Grado en Ingeniero Agrícola y del Medio Rural, Grado en Ingeniería de la Edificación, Grado en Geografía y Ordenación del Territorio y Master en Ingeniería), y las relacionadas con el ámbito náutico-marítimo (Universidad de La Laguna, Universidad Politécnica de Barcelona y Universidad de Oviedo). Seguidamente se muestran los resultados por titulación.

5.1.3.1. Frecuencia de uso: resultados agrupados en titulaciones relacionadas con el ámbito náutico marítimo y resto de titulaciones.

| FRECUENCIA DE USO DE TIGs. | TITULACIONES <i>NO RELACIONADAS</i> CON EL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO | | | |
|----------------------------|--|-------------|------------------|--------|
| | Google Earth | Google Maps | Aplicación Mapas | IDE |
| Todos los días | 1,37% | 1,00% | 1,00% | 0,33% |
| Alguna vez a la semana | 24,33% | 23,70% | 2,00% | 3,00% |
| Alguna vez al mes | 43,50% | 45,26% | 5,00% | 4,15% |
| Alguna vez al año | 14,97% | 13,93% | 2,25% | 7,21% |
| Nunca | 3,70% | 8,85% | 90,45% | 86,09% |

Tabla 20: frecuencia uso TIGs

En el análisis de los datos se observa que las tecnologías de información geográfica que más frecuencia de uso registra entre este grupo de estudiantes son Google Earth y Google Maps, con grandes diferencias respecto de la aplicación mapas y de la infraestructura de datos espaciales.

| FRECUENCIA DE USO DE TIGs. | TITULACIONES RELACIONADAS CON EL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO | | | |
|----------------------------|--|-------------|------------------|--------|
| | Google Earth | Google Maps | Aplicación Mapas | IDE |
| Todos los días | 3,74% | 5,31% | 9,27% | 6,76% |
| Alguna vez a la semana | 22,87% | 28,97% | 3,43% | 1,09% |
| Alguna vez al mes | 45,90% | 43,25% | 7,08% | 2,86% |
| Alguna vez al año | 20,40% | 12,43% | 3,92% | 2,90% |
| Nunca | 4,91% | 7,37% | 75,85% | 85,99% |

Tabla 21: frecuencia uso TIGs ámbito marítimo

En este grupo de estudiantes de titulaciones del perfil náutico-marítimo se observa, como en el caso anterior, que están más extendidas las tecnologías como Google Earth y Google Maps que la aplicación Mapas o la infraestructura de datos espaciales.

En ambos casos destaca el escaso uso que hacen de la Infraestructura de Datos espaciales, a pesar de las potencialidades que ofrece este servicio para la consulta, edición, tratamiento y representación de información georeferenciada.

5.1.3.2. Uso de tecnologías de información geográfica: resultados agrupados en titulaciones relacionadas con el ámbito náutico marítimo y resto de titulaciones.

| USO DE TIGs. | TITULACIONES <i>NO RELACIONADAS</i> CON EL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO | | | |
|--------------------------|--|-------------|------------------|--------|
| | Google Earth | Google Maps | Aplicación Mapas | IDE |
| Ninguno | 6,47% | 7,05% | 63,09% | 57,03% |
| Buscar lugares | 65,09% | 60,37% | 9,09% | 9,93% |
| Planificar una ruta | 42,12% | 42,22% | 6,73% | 5,94% |
| Medir distancias | 23,28% | 21,08% | 0,00% | 8,36% |
| Medir superficies | 12,32% | 3,34% | 0,15% | 6,61% |
| Consultar cartografía | 12,72% | 10,11% | 2,49% | 7,58% |
| Descargar cartografía | 3,02% | 1,56% | 0,29% | 5,25% |
| Ver en 3D el terreno | 32,00% | 28,05% | 2,77% | 1,68% |
| En el trabajo | 8,05% | 5,91% | 0,81% | 2,09% |
| Planificar vacaciones | 20,44% | 11,52% | 2,96% | 0,79% |
| Quedar con amigos | 13,50% | 9,90% | 0,00% | 0,52% |
| Conocer lugares | 30,09% | 24,74% | 3,97% | 1,38% |
| Información temática | 28,85% | 23,56% | 4,79% | 8,33% |
| Estudios universitarios. | 32,83% | 21,80% | 0,00% | 8,69% |

Tabla 22: uso de TIGs

Como en el caso anterior, existe una clara diferencia en cuanto al uso para las aplicaciones más populares (Google Earth y Google Maps) y aquellas que, de momento, tienen una menor penetración entre el alumnado universitario.

Se observa que la búsqueda de lugares y la planificación de rutas son las aplicaciones más utilizadas, con valores por encima del 60% y del 40% respectivamente para Google Earth y Google Maps y entre el 5% y el 9% en Mapas e IDE.

Un elevado porcentaje (57,03%) de alumnos no utiliza para nada la IDE, aunque aquellos que la usan la utilizan sobre todo para obtener información temática (8,33%) o en sus estudios universitarios (8,69%) (documentar trabajos, proyectos fines de carrera... etc).

CAPITULO 5. ENCUESTA DE USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO

| USO DE TIGs. | TITULACIONES RELACIONADAS CON EL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO | | | |
|--------------------------|--|-------------|------------------|--------|
| | Google Earth | Google Maps | Aplicación Mapas | IDE |
| Ninguno | 5,01% | 7,95% | 76,32% | 89,96% |
| Buscar lugares | 93,25% | 85,15% | 22,64% | 6,29% |
| Planificar una ruta | 55,99% | 66,36% | 17,42% | 2,30% |
| Medir distancias | 35,88% | 33,83% | 0,00% | 2,30% |
| Medir superficies | 5,25% | 6,97% | 0,00% | 0,48% |
| Consultar cartografía | 27,31% | 21,92% | 5,41% | 4,35% |
| Descargar cartografía | 2,90% | 4,30% | 0,00% | 0,00% |
| Ver en 3D el terreno | 39,50% | 39,77% | 4,88% | 1,57% |
| En el trabajo | 7,37% | 5,95% | 0,60% | 0,48% |
| Planificar vacaciones | 13,76% | 15,31% | 3,64% | 0,00% |
| Quedar con amigos | 17,08% | 18,66% | 1,93% | 0,00% |
| Conocer lugares | 42,75% | 26,03% | 5,48% | 3,03% |
| Información temática | 27,55% | 10,64% | 3,78% | 2,78% |
| Estudios universitarios. | 5,51% | 7,31% | 0,00% | 1,33% |

Tabla 23: uso TIGs ámbito marítimo

Se observa, respecto del resto de titulaciones, un mayor uso de Google Earth y Google Maps, y un menor uso del resto de tecnologías. Como en el caso anterior, la búsqueda de lugares y la planificación de rutas son las opciones más utilizadas de estos servicios, con valores superiores al 93% 55% para Google Earth y superiores al 85% y 66% para Google Maps.

Para este grupo de alumnos de titulaciones relacionadas con el ámbito náutico-marítimo el uso de la aplicación Mapas y, sobre todo, la IDE es bastante menor: no lo usan para nada un 89,96% de los alumnos. El porcentaje de estudiantes que la utilizan para obtener información temática es inferior (2,78%) respecto del resto de titulaciones. Lo mismo ocurre con el uso de esta herramienta para los estudios: solo un 1,33% la usa, frente a un 8,69% de las otras titulaciones.

Los bajos niveles de uso registrados en la aplicación Mapas se asocian a la poca penetración que, de momento, tienen los dispositivos de pantalla táctil de gran formato entre la población universitaria, a pesar de las enormes potencialidades que ofrecen.

5.1.3.3. Frecuencia de uso: resultados por titulaciones

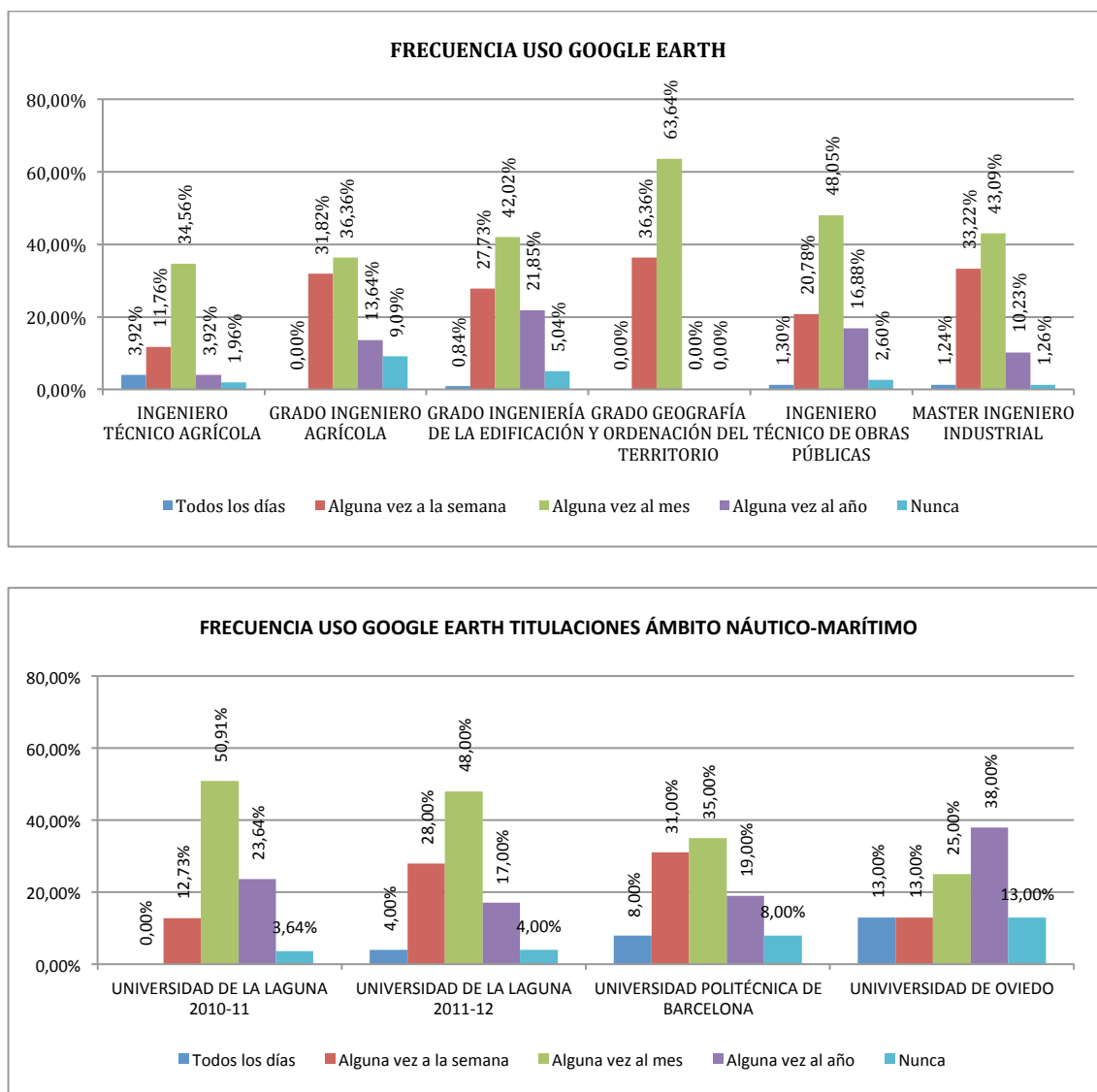


Figura 44. Frecuencia de uso de google earth

Los alumnos del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio son los que mayor uso hacen, superando un 63% mensual y el 36% semanal, mientras que el resto de titulaciones en la mayoría de los casos no superan el 45% mensual y el 30% de frecuencia de uso por semana. Los estudiantes de carreras en el ámbito náutico-marítimo presentan menores valores medios de frecuencia de uso mensual, quedando por encima del 40% tres centros, y uno por debajo respecto. Semanalmente ocurre lo mismo, solo en dos casos se supera el 20%, mientras que en las carreras no náuticas solo una de las titulaciones está por debajo del 20%.

CAPITULO 5. ENCUESTA DE USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO

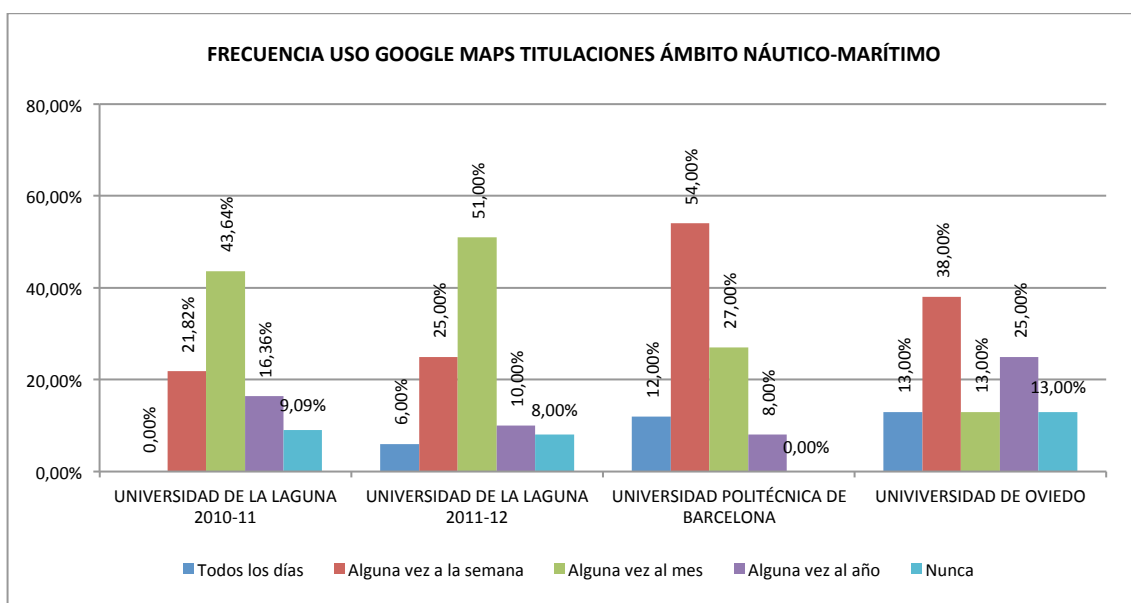
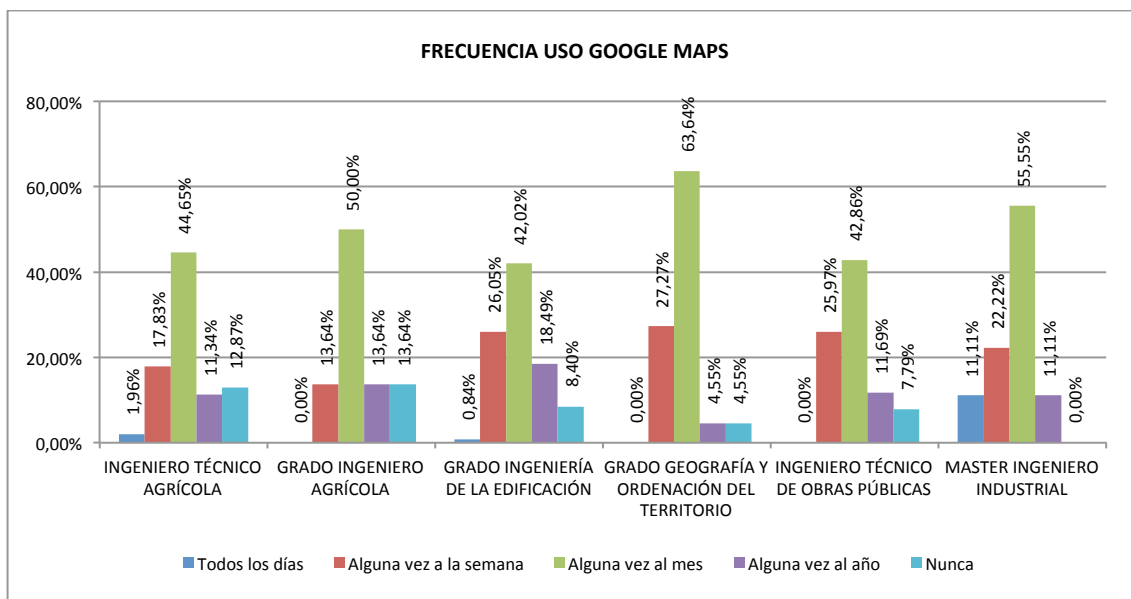


Figura 45. Frecuencia de uso de google maps

Google maps presenta valores de frecuencia de uso mensual entre el 42% y el 63% en titulaciones no-náuticas, mientras que en titulaciones relacionadas con el ámbito náutico-marítimo estos valores oscilan entre el 13% y el 51%: la frecuencia de uso mensual es menor, aunque si se analiza por semana las diferencias son menores: todas las carreras de perfil náutico presentan valores por encima del 20%, mientras que el resto de titulaciones solo supera este valor en 4 de ellas. Destaca el valor de uso semanal de la Universidad Politécnica de Barcelona: 54%.

CAPITULO 5. ENCUESTA DE USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO

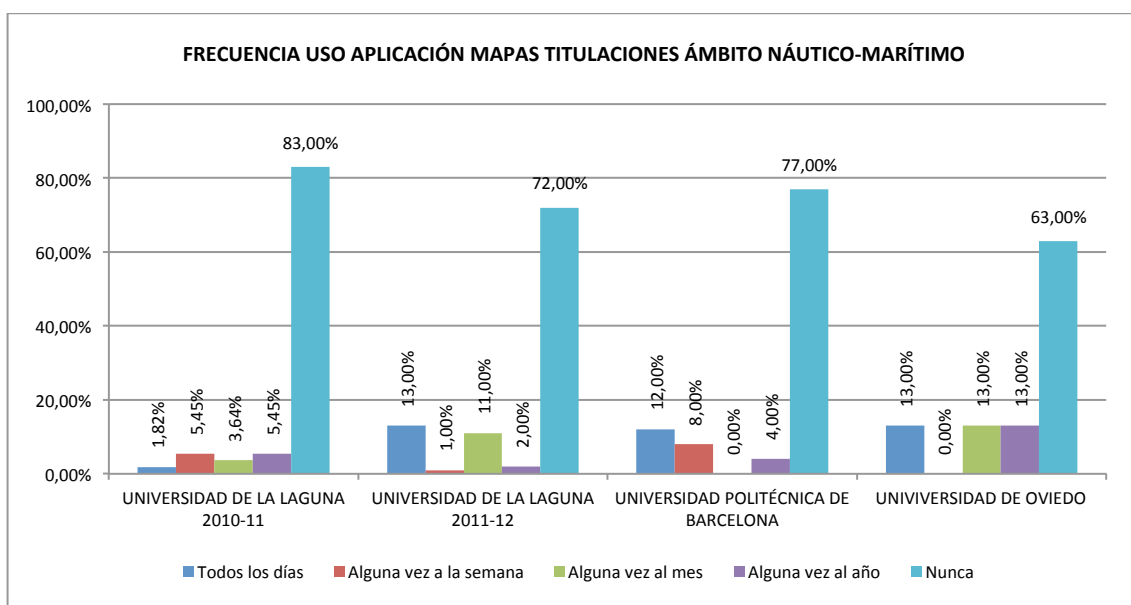
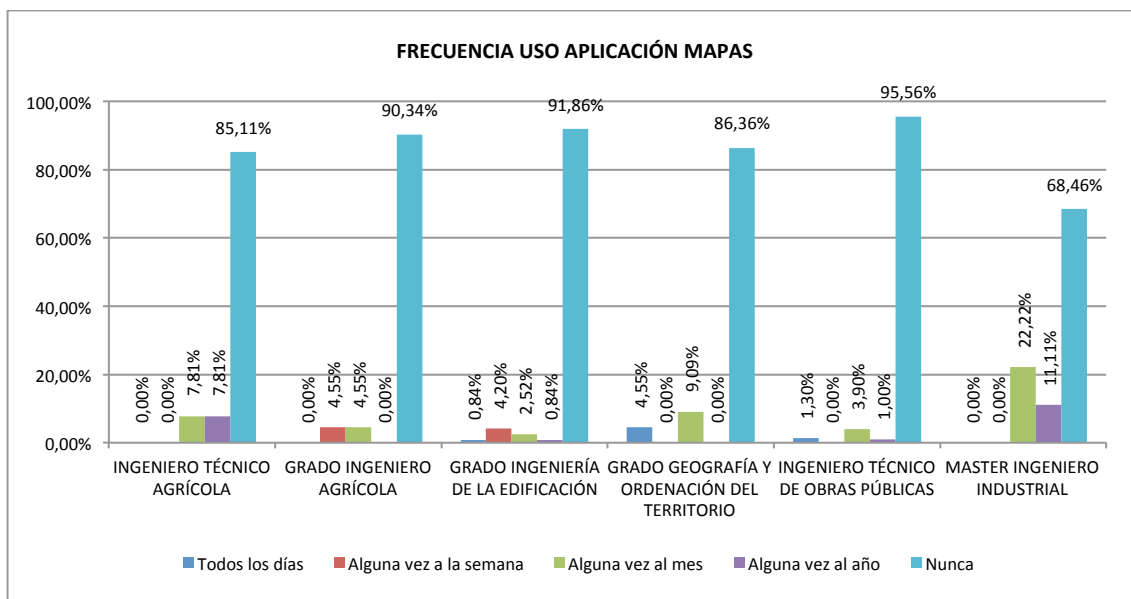


Figura 46. Frecuencia de uso de aplicación Mapas

La aplicación Mapas residente en dispositivos como iPhone, iPod Touch o iPad es muy poco utilizada por la población universitaria. El mayor valor entre todas las titulaciones es un 13% mensual. Estos datos concuerdan con la información recogida en el primer bloque sobre nuevas tecnologías, donde se constató la escasa presencia que tienen estos dispositivos entre el alumnado universitario. Aunque esta aplicación esté presente en el Iphone, algo más extendido, el formato de pantalla es muy pequeño para el manejo de aplicaciones como Mapas.

CAPITULO 5. ENCUESTA DE USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO

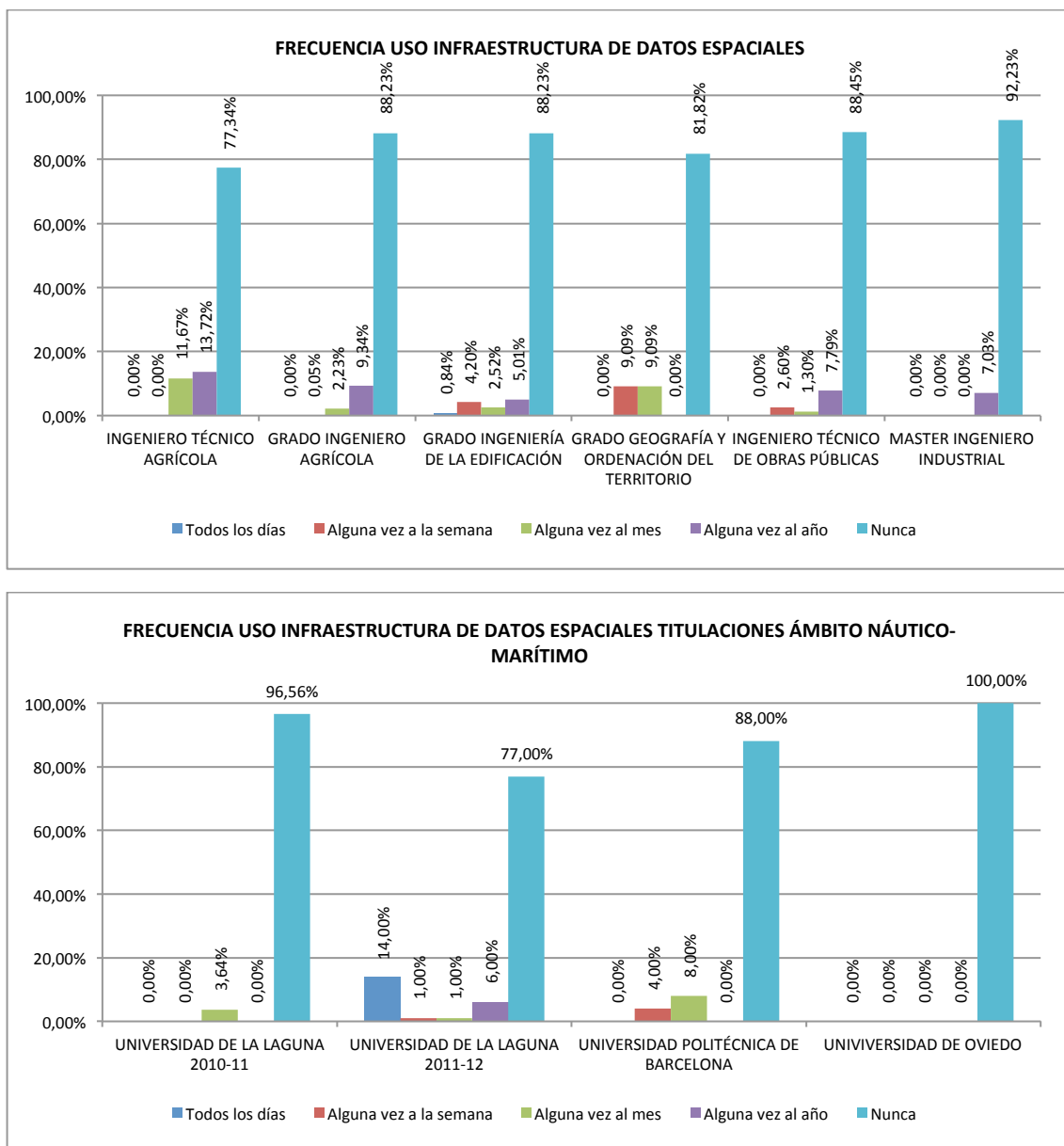


Figura 47. Frecuencia de uso de IDE

Los alumnos presentan un gran desconocimiento sobre las IDEs tanto en las titulaciones del ámbito náutico marítimo como en las demás titulaciones encuestadas. Las frecuencias de uso diaria, semanal y mensual no superan el 13% en ningún caso. En la Universidad de Oviedo ninguno de los alumnos utiliza las IDEs. Los alumnos del Grado en Geografía y Ordenación del territorio son los que más usan este recurso: un 9% lo usa una vez a la semana, debido al perfil de la titulación, más afín a este tipo de recursos en la docencia de sus contenidos formativos.

5.1.3.4. Uso de tecnologías de información geográfica: resultados por titulaciones.

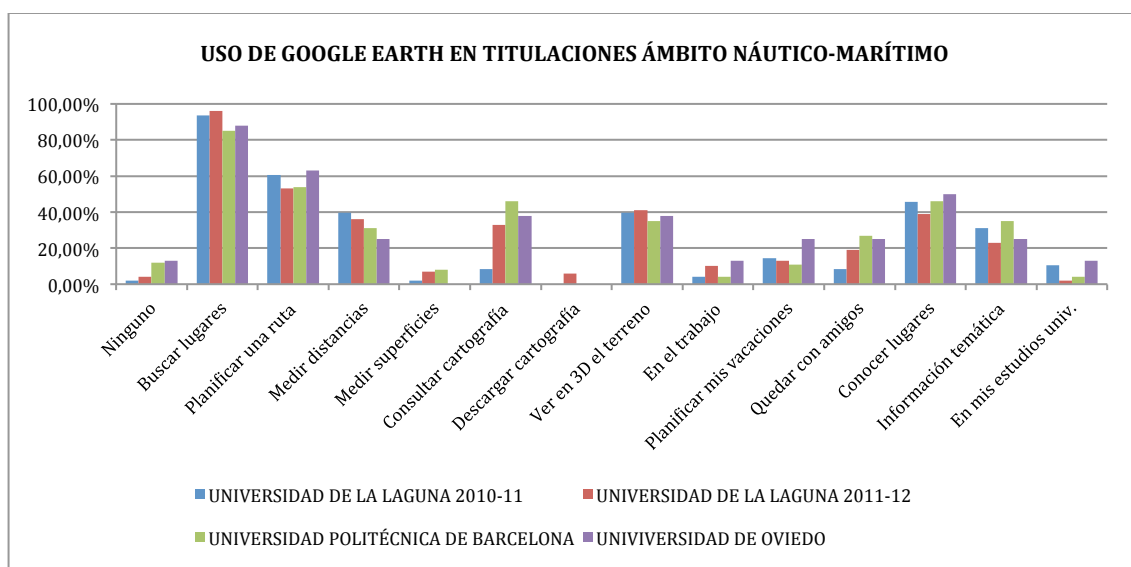
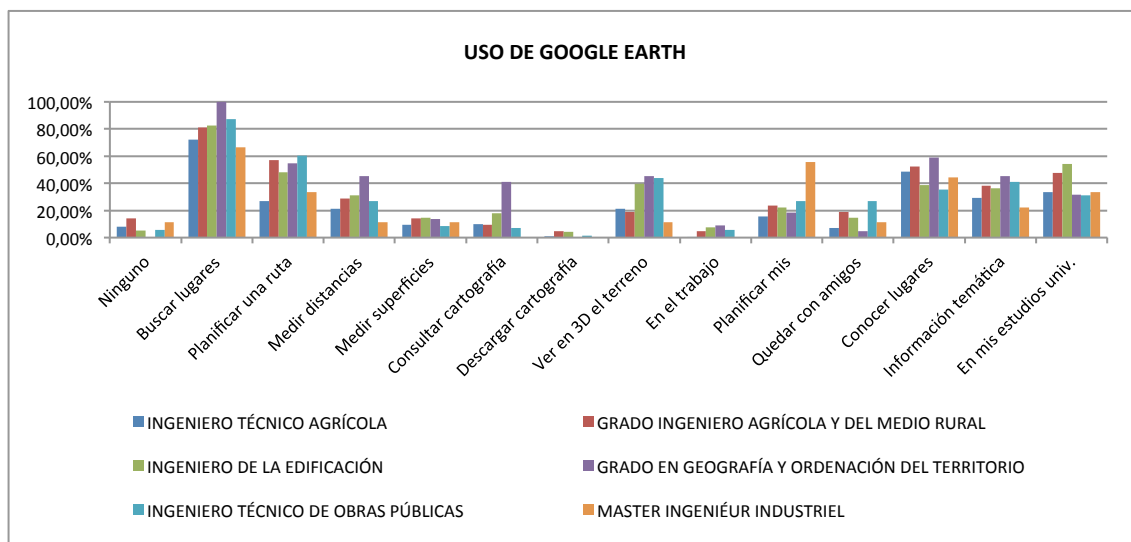


Figura 48. Uso de google earth

En ambos casos buscar lugares es la herramienta que más se utiliza, seguido de la planificación de rutas. Los alumnos del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio son los que presentan los mayores valores en estas variables, superando el 90%. El resto de ítems presenta valores similares. Destaca que los alumnos de titulaciones en el ámbito náutico-marítimo utilizan muy poco (por debajo del 15%) esta herramienta como apoyo a sus estudios universitarios, frente al resto de titulaciones que, aunque poco, la usan todos por encima del 30%.

CAPITULO 5. ENCUESTA DE USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO

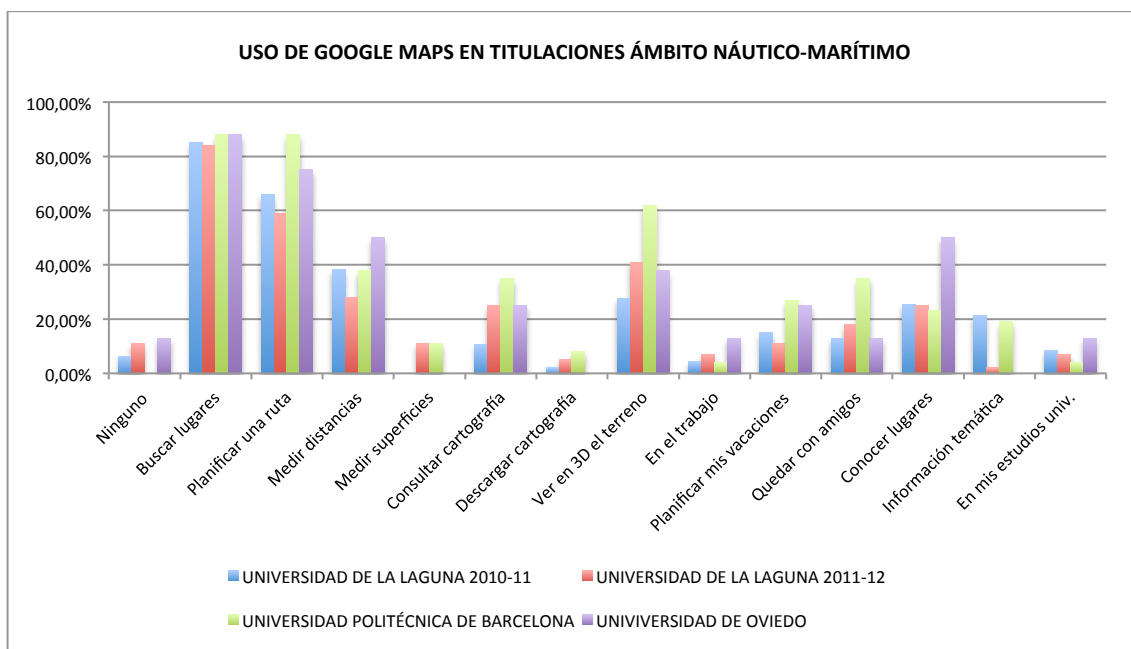
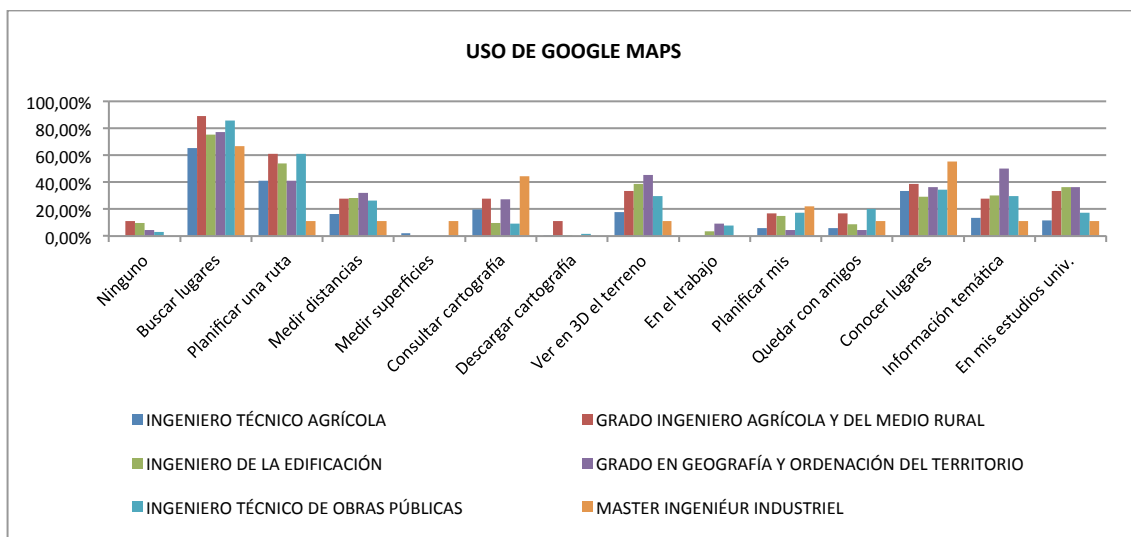


Figura 49. Uso de google maps

Google Maps es menos utilizada que Google Earth. Como en el caso anterior, buscar lugares y planificar rutas son las herramientas más utilizadas, con porcentajes superiores al 80% y 60% respectivamente, aunque los alumnos de Grado en Geografía y Ordenación del Territorio no muestran los valores más altos de las respectivas series, como sí ocurría con Google Earth. El resto de valores no presentan grandes diferencias exceptuando, como ocurría en el caso anterior, el uso que hacen de Google Maps para sus estudios: tres de las titulaciones no-náuticas lo utilizan en valores cercanos al 40%, mientras que las titulaciones en el ámbito náutico marítimo presentan valores por debajo del 15%.

CAPITULO 5. ENCUESTA DE USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO

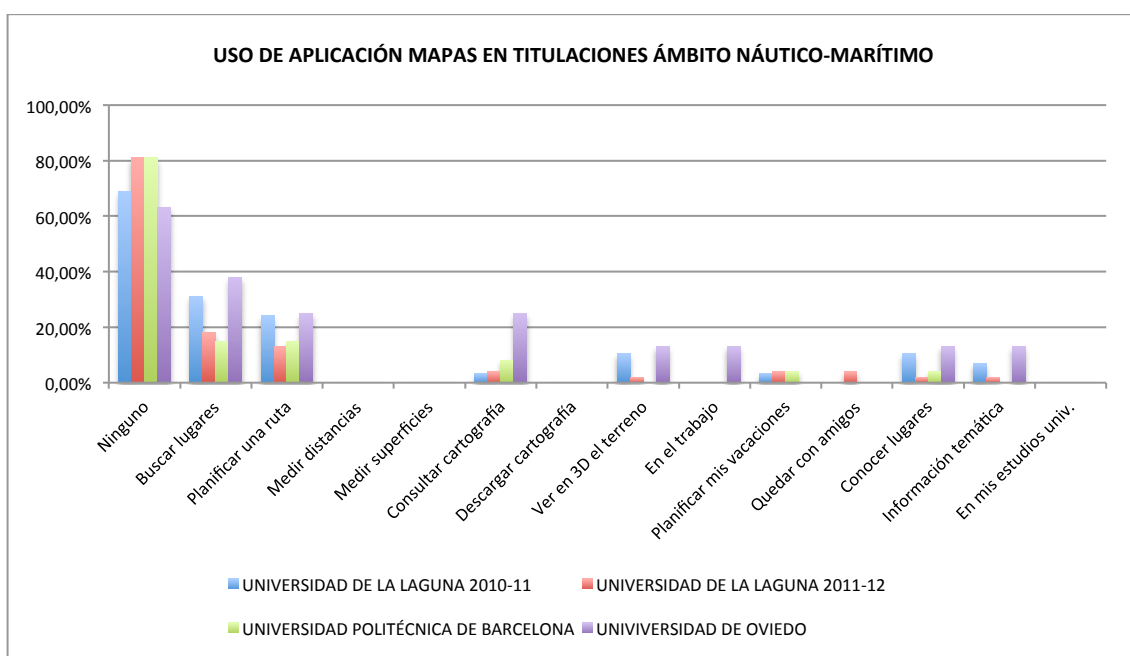
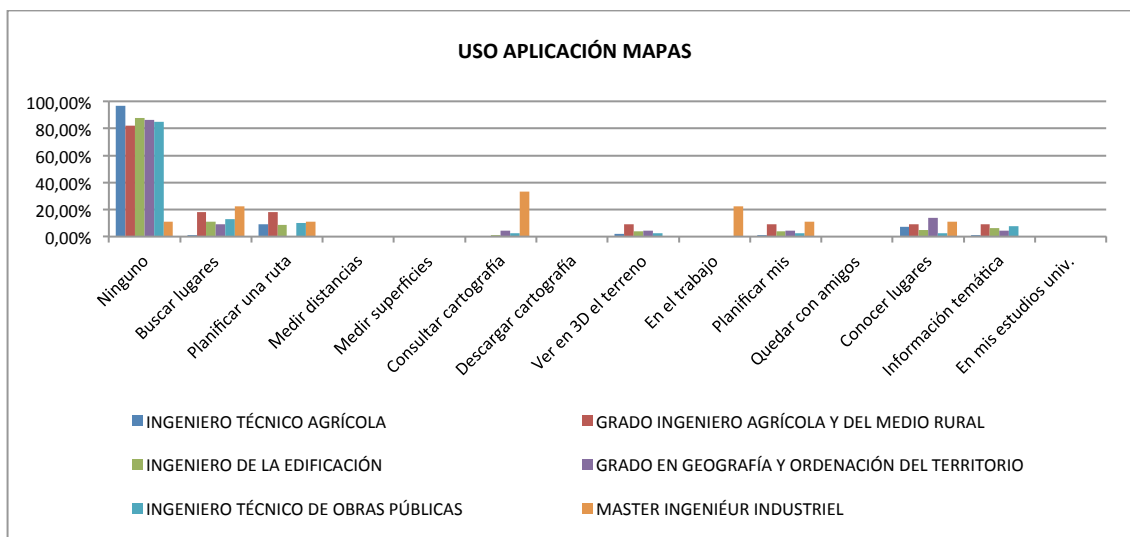


Figura 50. Uso de aplicación Mapas

En ambos casos se observa un elevado porcentaje (por encima del 80% en la mayoría de titulaciones) que no utiliza esta aplicación. Se trata de una aplicación residente en iPod Touch, iPhone e iPad, dispositivos que todavía no tienen una gran penetración entre el alumnado universitario, como se pudo comprobar en los datos de la encuesta. De la población encuestada de estudiantes de carreras no náuticas, 300 alumnos, solo 6 decían usar estos dispositivos. En el caso de las titulaciones del ámbito náutico-marítimo, de 172 alumnos solo 8 han usado un iPad. Es decir, sobre un total de población encuestada de 472 alumnos tan solo 14 disponen de un Ipad (un 3,81%).

CAPITULO 5. ENCUESTA DE USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO

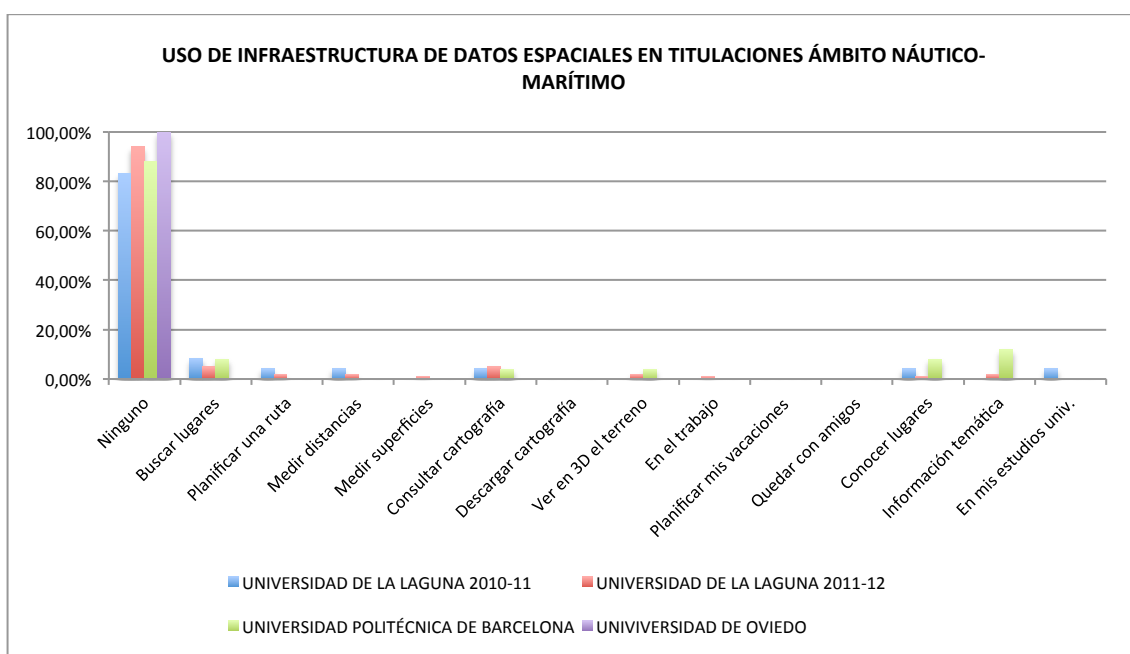
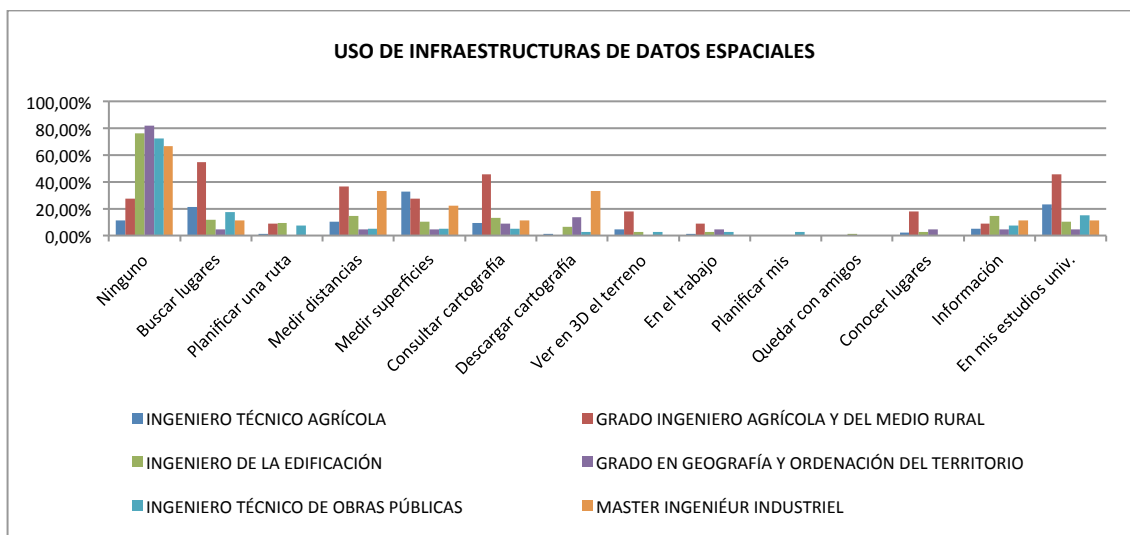


Figura 51. Uso de IDE en titulaciones ámbito náutico-marítimo

Aunque en umbrales de uso muy bajos en todos los casos, se observa que las titulaciones del ámbito náutico-marítimo no usan o usan muy poco cosas esta herramienta: en ningún caso se supera el 10%, salvo la búsqueda de información temática por parte de los alumnos de la Universidad Politécnica de Barcelona. En el resto de titulaciones no-náuticas se observa un uso mayor en todas los ítems, presentando valores mayores o iguales al 20% en búsqueda de lugares y medida de distancias y superficies, valores cercanos al 15% en la consulta y descarga de cartografía, mayores al 10% en consulta de información temática e incluso del 20% en la documentación de trabajos para los estudios universitarios.

CAPÍTULO 6. ENSAYOS EXPERIMENTALES: DESCRIPCIÓN

6.1. Introducción

En los ensayos experimentales llevados a cabo en esta tesis se ha trabajado con tres talleres:

- **Taller IDE:** taller de mejora de la orientación espacial mediante el uso de Tecnologías de Información Geográfica. Se emplea el Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España.
 - Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias
- **Taller tablet-TIG:** Taller de mejora de la orientación espacial mediante el uso de Tablet-Pc: se utilizan dispositivos de pantalla táctil de gran formato (iPad) y Tecnologías de Información Geográfica:
 - Virtual Globes: Google Earth, Google Maps y Aplicación Mapas
 - Infraestructuras de Datos Espaciales (IDECanarias)
- **Taller Modelado 3D:** Taller de mejora de las habilidades espaciales mediante modelado tridimensional.
 - Google SketchUp

Estos talleres se han realizado en torno a dos grupos de titulaciones:

- **Talleres en titulaciones ajenas al ámbito marítimo:** Ingeniería Agrícola y del Medio Rural, Grado en Ingeniero Agrícola y del Medio Rural, Ingeniero Técnico de Obras Públicas, Grado en Geografía y Ordenación

del Territorio, Licenciado en Geografía, Master en Ingeniería, Ingeniero Agrónomo y Grado en Ingeniería Civil.

- **Talleres en titulaciones del ámbito de la ingeniería marítima:** alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval.

6.2. Metodología

La metodología que se sigue en los talleres es:

- diseño del taller
- medida de la ganancia en habilidades espaciales
- medida de la usabilidad

6.2.1. Diseño del Taller

Según las especificaciones de cada caso, se diseñan los contenidos del taller, las herramientas a emplear, el formulario de preguntas de la encuesta de usabilidad, los ejercicios a desarrollar por parte de los alumnos, la cronología, la temporalización de cada una de las fases del taller.

Se plantean los objetivos y las hipótesis de trabajo y se analizan los resultados obtenidos en la mejora de habilidades espaciales de los participantes en el taller a través de métodos de inferencia estadística, así como una medida de la satisfacción del usuario a través de un estudio de usabilidad.

En todos los talleres se calcula previamente el número de participantes necesario (n) para que los resultados sean válidos estadísticamente. Para el cálculo de n se utiliza la expresión (Martín, 2010):

$$n = (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * SD^2 / d^2$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

$Z_{\alpha} = 1,96$; $Z_{\beta} = 1,28$

Con estos valores, en función de la mejora esperada (d) en las habilidades espaciales y la desviación estándar de esa ganancia se obtiene la tabla 24:

| DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA GANANCIA (S.D.) | | | | | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| n | | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 15 | 20 |
| VALOR DE LA GANANCIA ESPERADO (d) | 1 | 262 | 378 | 514 | 672 | 1050 | 2362 | 4199 |
| | 2 | 66 | 94 | 129 | 168 | 262 | 590 | 1050 |
| | 3 | 29 | 42 | 57 | 75 | 117 | 262 | 467 |
| | 4 | 16 | 24 | 32 | 42 | 66 | 148 | 262 |
| | 5 | 10 | 15 | 21 | 27 | 42 | 94 | 168 |
| | 6 | 7 | 10 | 14 | 19 | 29 | 66 | 117 |
| | 7 | 5 | 8 | 10 | 14 | 21 | 48 | 86 |
| | 8 | 4 | 6 | 8 | 10 | 16 | 37 | 66 |
| | 9 | 3 | 5 | 6 | 8 | 13 | 29 | 52 |
| | 10 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 | 24 | 42 |
| | 11 | 2 | 3 | 4 | 6 | 9 | 20 | 35 |
| | 12 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 16 | 29 |
| | 13 | 2 | 2 | 3 | 4 | 6 | 14 | 25 |
| | 14 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 12 | 21 |
| | 15 | 1 | 2 | 2 | 3 | 5 | 10 | 19 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 10 | |

Tabla 24. Tabla del tamaño muestral mínimo necesario en los talleres

La interpretación de la tabla sería, por ejemplo: si se espera que los participantes en el taller tengan una ganancia de 4 puntos en los niveles de mejora de la componente de relaciones espaciales, con una desviación estándar de 5 puntos, el tamaño de la muestra tendrá que ser de 16, es decir, se necesitaría un mínimo de 16 alumnos participantes.

6.2.2. Medida de la ganancia en habilidades espaciales

En estos talleres se realizan medidas de las habilidades espaciales a través de los test psicotécnicos MRT, DAT-SR5 y Perspective Taking Spatial Orientation Test antes y después de la celebración de los mismos, al objeto de evaluar si las habilidades espaciales de los participantes han experimentado algún cambio como consecuencia del entrenamiento al que son sometidos en los talleres, prestando especial atención a la orientación espacial. Además de la orientación espacial, medida en todos los talleres, en cada caso se analizan, en función del taller y de la disponibilidad, otras variables como las relaciones espaciales o la visualización espacial.


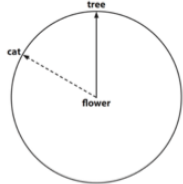
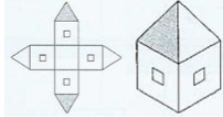
| HABILIDADES ESPACIALES Y TEST PSICOMÉTRICOS PARA SU MEDICIÓN | | | |
|--|--|--|--|
| Habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional | | | |
| SUB-COMPONENTES | RELACIONES ESPACIALES | ORIENTACIÓN ESPACIAL | VISIÓN ESPACIAL |
| | Habilidad para evaluar si dos imágenes rotadas de manera diferente representan un mismo objeto | Habilidad para orientarse en relación al entorno y a la conciencia de ubicación de uno mismo. | Habilidad de manipular información visual compleja cuando para producir una solución correcta se necesitan varias etapas |
| MEDIDA |  <p>Test de Rotación Mental (Mental <u>Rotation</u> Test MRT)</p> |  <p>Test de Orientación Espacial (<u>Perspective Taking/Spatial Orientation</u> Test)</p> |  <p>Test de Aptitudes <u>Diferenciales</u> (<u>Differential Aptitude</u> Test/Spatial Relations Subset DAT-SR5)</p> |

Figura 52. Habilidades espaciales y test psicométricos.

Para la medida de la ganancia se realiza un análisis estadístico empleando la prueba *t-Student*. El estadístico *t-Student* compara el valor de las medias aritméticas obtenidas en los test realizados antes y después de cada taller. Se formulan hipótesis para comparar si los valores medios son significativamente diferentes:

- Hipótesis nula(H_0): las dos medias son iguales, es decir, la diferencia de las medias es cero. En el caso que nos ocupa: los valores medios de habilidades espaciales no han variado después del taller.
- Hipótesis alternativa (H_1): las dos medias no son iguales, es decir, la diferencia de las medias es distinta de cero. En nuestro caso, que las habilidades espaciales han experimentado un aumento después del taller.

Se calcula el estadístico $t_{cal} = \frac{d}{sd/\sqrt{N}}$ y se rechaza H_0 si $|t_{cal}| > t_{N-1}(\alpha)$

Donde, $t_{N-1}(\alpha)$ es un valor (*p-valor*) que se busca en tablas de distribución *t-Student*, tal que:

$P |t_{N-1}| > t_{n-1}(\alpha) = \alpha$, se opera con $\alpha = 0.01$ ó $\alpha = 0.05$, en función de la precisión que se busca. Según las hipótesis formuladas un $\alpha = 0.01$, significaría que con un 99% de probabilidad las medias son distintas, y $\alpha = 0.05$, significa lo mismo pero con una probabilidad del 95% (Martín, 2010).

6.2.3 El grupo de control en los ensayos experimentales

En algunos ensayos de los experimentales llevados a cabo en las tesis doctorales del grupo de investigación DEHAES (Martín-Dorta, 2009 y Martín, 2010) se ha trabajado con grupos de control formados por alumnos de diferentes titulaciones de Ingeniería de la Universidad de La Laguna.

CAPITULO 6. ENSAYOS EXPERIMENTALES: DESCRIPCIÓN

En estos estudios, el grupo de control lo conforman aquellos alumnos no se someten a ningún tipo de entrenamiento; su participación se limita a completar los test al mismo tiempo que los del grupo experimental. Este grupo de control sirve para constatar si el aumento en las habilidades espaciales del alumno es debido al efecto de la actividad desarrollada o bien se debe a un posible efecto recuerdo de los test empleados para la medición de esas habilidades espaciales.

| Curso | Experiencia | Grupo de Control | Nº alumnos |
|-----------|--|--|------------|
| 2008-2009 | Análisis de desarrollo de habilidades espaciales en cursos de geometría descriptiva. | Arquitectura Técnica | 21 |
| 2008-2009 | Curso de desarrollo de la habilidad espacial basado en tecnología de realidad aumentada. | Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Mecánica | 25 |
| 2008-2009 | Curso de desarrollo de habilidades espaciales basado en croquización de ejercicios seleccionados de expresión gráfica. | Ingeniería Técnica Industrial, especialidades Mecánica y Electrónica | 25 |
| 2009-2010 | Estudio preliminar del efecto de la aplicación “Construyendo con bloques” sobre dispositivos móviles de pantalla táctil sobre la mejora de las habilidades espaciales. | Ingeniería Técnica de Obras Públicas, Ingeniería Técnica Industrial, especialidades Mecánica y Electrónica | 21 |

Tabla 25. Grupos de Control para relaciones espaciales y visión espacial.

En todas estas experiencias se concluyó que, para las componentes de relaciones espaciales y visión espacial, medidas con los test MRT y DAT-SR5 respectivamente, los resultados no mostraban mejoras estadísticamente significativas, es decir, que aquellos alumnos que no se sometían a un entrenamiento específico no mejoraban sus habilidades espaciales. Las pequeñas mejoras registradas se atribuyeron a un posible efecto recuerdo del test (Martín, 2010).

6.2.3.1 La necesidad de un grupo de control para la componente de orientación espacial.

Los grupos de control descritos con anterioridad analizaban dos componentes de las habilidades espaciales: relaciones espaciales y visión espacial. Nunca se había realizado un estudio de campo sobre la componente de orientación espacial.

Es preciso, por tanto, comprobar si un alumno que no realiza entrenamiento específico aumenta o no su capacidad de orientación espacial, para lo cual se realiza una prueba piloto con 35 alumnos a los que se les somete al Perspective Taking Spatial Orientation Test dos veces sin que realicen ningún tipo de entrenamiento para el aumento de esta capacidad entre las dos sesiones de test. Esta prueba se realizó en el Aula de Informática del Departamento de Expresión Gráfica en Arquitectura e Ingeniería de la Universidad de La Laguna.



Figura 53. Grupo de Control Orientación Espacial.

Es preciso recordar que la calificación del Perspective Taking/Spatial Orientation Test es la desviación en grados sexagesimales respecto de la respuesta correcta, razón por la cual a menor puntuación mayor acierto. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 26.

| TEST | Perspective Taking Spatial Orientation Test (5 mayo 2010) | Perspective Taking Spatial Orientation Test (19 mayo 2010) |
|--------------------------|--|---|
| Grupo de control n=35 | 46,98 (21,67) | 41,60 (27,04) |

Tabla 26. Resultados Grupo de Control Perspective-Taking Spatial Orientation Test.

Para el análisis estadístico se parte de la hipótesis nula H_0 : “los valores medios en la orientación espacial no varían si no se realiza ningún entrenamiento específico”. Se aplica la prueba *t-student* para series emparejadas, y se obtienen los *p-valores* que representan la probabilidad de que dicha afirmación sea cierta (Tabla 27).

| TEST | Perspective Taking Spatial Orientation Test <i>p-valor</i> |
|--------------------------|---|
| Grupo de control n=35 | $p = 0,113 > 0,01$ |

Tabla 27. Nivel de significación Grupo de Control Perspective-Taking Spatial Orientation Test.

Se observa que el *p-valor* es mayor que 0,01, es decir, el nivel de significación es mayor del 1%, por lo que se acepta la hipótesis nula y, por lo tanto, podemos afirmar, con un nivel de significación del 99% que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias obtenidas en el test del 5 de mayo y el del 19 de mayo), es decir, que los alumnos que no han estado sometidos a un entrenamiento específico no desarrollan su habilidad de orientación espacial.

La diferencia observada ($46,98 - 41,60 = 5,38$) se atribuye, como en las experiencias llevadas a cabo para las relaciones espaciales (MRT) y visión espacial (DAT-SR5) a un posible efecto de recuerdo del test.

6.2.4. Medida de la Usabilidad

En términos genéricos, 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 (Martín, 2010).

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 modelo 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 (Martín, 2010):

- **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.

A través de herramientas de medida capaces de cuantificar estas componentes se han realizado los estudios de usabilidad de cada taller. A tal efecto se han diseñado encuestas que tienen como objetivo recoger datos relativos 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 et al, 1997) y el Use Questionnaire (Lund, 2001).

Las preguntas se han formulado utilizando una escala tipo Likert 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).

Escala de Likert:

| Valor | Equivalencia |
|--------------|--------------------------------|
| 1 | Totalmente en desacuerdo |
| 2 | En desacuerdo |
| 3 | Ni de acuerdo ni en desacuerdo |
| 4 | De acuerdo |
| 5 | Totalmente de acuerdo |

Brevan (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. En los talleres desarrollados en esta tesis el número de participantes siempre ha sido superior a 9 participantes.

6.3 Taller I.D.E.

6.3.1. Introducción

Las Infraestructuras de Datos Espaciales constituyen un novedoso y potente recurso de información geográfica actualizada de acceso libre y gratuito con una gran respuesta por parte de los colectivos profesionales que hacen uso de información georeferenciada: según los datos facilitados por el Gobierno de Canarias, se reciben una media de un millón y medio de peticiones diarias de información en la IDE Canarias, aunque por otro lado, como se comprobó en el capítulo 5, los alumnos de la población encuestada presentan un gran desconocimiento de este recurso. Es una herramienta que se está incorporando en los planes de estudios de diversas titulaciones.

No se disponen datos que acrediten si un taller de corta duración con esta herramienta desarrolla las habilidades espaciales de los alumnos. Tampoco se conocen datos acerca de su usabilidad como herramienta docente.

6.3.2. Instrucción

El taller está dividido en dos fases de 5 y 3 horas respectivamente (Tabla 28).

| Fase | Nivel | Descripción | Tiempo |
|----------------------|-------|--------------------------------|--------|
| 1. Iniciación | 1 | Introducción | 3 h |
| | 2 | Entrenamiento | 2 h |
| 2. Perfeccionamiento | 1 | Revisión | ½ h |
| | 2 | Ejercicio práctico (5 bloques) | 2 ½ h |

Tabla 28. Planificación del Taller.

a) Fase 1. Iniciación.

Nivel 1. Introducción (3 horas): Descripción de la plataforma IDE Canarias y explicación de las aplicaciones. Los estudiantes aprenden el funcionamiento de los comandos y contenidos midiendo distancias, superficies, obteniendo perfiles

y visualizando el terreno a través de distintas modalidades en dos y tres dimensiones, a la vez que hacen consultas a la base de datos.

En la consecución de esta primera fase se observa:

- En muchos casos se trata de estudiantes que tienen su primer contacto con cartografía e imágenes del territorio en formato digital georeferenciadas e interconectadas a una base de datos temática: es la primera vez que utilizan un formato de Sistema de Información Geográfica (SIG)
- A pesar de la anterior afirmación, la mayoría de los estudiantes no parecen tener dificultad en el uso de la aplicación. Un 77% de los alumnos estaban de acuerdo cuando se les preguntaba si se han sentido capaces de resolver los ejercicios planteados, dato recogido en la encuesta de satisfacción.

Nivel 2. Entrenamiento (2 horas): Este nivel se diseña al objeto de que el alumno practique en casa con las herramientas que ha manejado en el taller. Se le propone analizar la evolución geográfica de una zona a elegir por el estudiante, quien entrega al profesor un documento consistente en un máximo de diez hojas entre cartografía e imágenes en el que deberán quedar reflejados los cambios que la zona analizada ha ido experimentando a lo largo del tiempo. De este modo, el participante se familiariza con las distintas opciones de visualización en dos formatos: cartográfico e imágenes, ejercitando su capacidad de orientación espacial en ambos formatos.

b) Fase 2. Perfeccionamiento.

Nivel 1. Revisión de trabajos realizados (1/2 hora): Se revisan y comentan los trabajos desarrollados en el nivel dos, proyectándolos en pantallas con cañón de vídeo.

Nivel 2: Ejercicio práctico. (2h30m): Se propone un ejercicio en el que se plantean cinco bloques de preguntas, cada uno de ellos pensado para que el

alumno maneje todos los comandos y realice consultas a la base de datos de la IDE Canarias:

- Bloque I: Medición. En este bloque al alumno se le preguntan cuestiones en las que ha de operar con los comandos de medición de distancias, superficies y desniveles.
- Bloque II: Orientación: Se plantean situaciones en las que el alumno debe ejercitar sus dotes de orientación espacial para resolver el problema planteado. Se le pide, por ejemplo, indicar dónde estaba el sol en el momento de la toma de un lugar determinado utilizando ortofotos para su visualización, realizar recorridos con pequeño denominador de escala en el que tiene que ir reconociendo lugares que conoce empleando para el recorrido de ida el formato cartográfico y para el modo de vuelta ortofotos, o realizar el mismo recorrido desactivando y activando la posición del Norte Geográfico.
- Bloque III. Consulta. Consistente en un bloque de preguntas en las que el alumno debe acceder a los contenidos de la base de datos georeferenciada. Se le preguntan datos en torno a variables contempladas en la base de datos de la IDE Canarias.
- Bloque IV. Escenario posicional: en este apartado se le plantea elegir entre distintos formatos 2d y 3d en torno a una localización estática, es decir, un lugar determinado.
- Bloque V. Escenario dinámico: al igual que en el caso anterior, se plantea al alumno elegir entre distintos formatos de visualización 2d y 3d pero sobre un determinado recorrido que ha de seguir.

6.4. Taller tablet-TIG.

Recientemente, el Departamento de Proyectos Europeos del Instituto de Tecnologías Educativas (ITE), dependiente del Ministerio de Educación y responsable de la integración de las TICs en la enseñanza ha presentado el Informe Horizon 2011. Este informe identifica seis nuevos tipos de tecnologías que van a ser de uso generalizado en los centros universitarios analizando el impacto que se prevé en la enseñanza, el aprendizaje, la investigación y la expresión creativa.

Entre estos seis nuevos tipos de tecnologías figuran los ebooks, la informática móvil y la informática basada en gestos, tecnologías todas ellas integradas en una Tableta Digital.

Se plantea, por tanto, la necesidad de analizar las posibilidades que ofrece el denominado Tablet Learning (Saorín, et.al., 2011) en la docencia. El grupo DEHAES de la Universidad de La Laguna ha desarrollado aplicaciones específicas para este tipo de dispositivos dirigidas a la docencia de expresión gráfica (Martín-Dorta, Sánchez-Berriel & otros, 2010). Se observa que las pantallas son un elemento limitador, cuando se habla de aplicaciones dirigidas al ámbito del dibujo.

No existen, en cambio, datos sobre el uso de mapas, planos e información georeferenciada sobre estos dispositivos.

6.4.1. Introducción

El uso de dispositivos móviles en la enseñanza está aumentando cada día y las tabletas digitales, de reciente aparición, 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. (Saorín et.al., 2011).

La aparición de las Tabletas Digitales de gran formato con tecnología multitáctil ofrece otra forma de interactuar con la información georeferenciada: movilidad, posibilidades gestuales, interacción tridimensional, orientación y geolocalización son nuevos aspectos a analizar en estas aplicaciones para tabletas.

Las características de estos nuevos dispositivos, peso, tamaño, autonomía de batería, velocidad de encendido y apagado, acceso a red vía wifi o 3G, interacción gestual sobre la pantalla táctil, interacción mediante teclado, su gran profusión en aplicaciones específicas a bajo coste y/o gratuitas junto con la gran facilidad para adquirirlas e instalarlas pueden convertirlos en un cambio de paradigma en la docencia de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIGs.)

Este taller-TIG se desarrolla en el marco del proyecto de innovación docente *“Análisis de dispositivos de pantalla táctil como herramienta de innovación educativa en la docencia de ciencias geográficas: búsqueda y recuperación de información georeferenciada en infraestructuras de datos espaciales en soporte web”*, convocatoria 004/2010 de Proyectos de Innovación Educativa ULL para el curso académico 2010-2011, financiado por el Vicerrectorado de Calidad Institucional e Innovación Educativa de la Universidad de La Laguna, con un plazo de duración de 12 meses.

Con el Taller tablet-TIG se estudian las posibilidades de estos dispositivos como herramienta para la docencia de asignaturas cuyo contenido esté relacionado con la información geográfica y cartográfica, trabajando con las aplicaciones, denominadas geoapps: Google Earth, Google Maps, Infraestructura de Datos Espaciales y aplicación Mapas.

En concreto, para los estudiantes de Grados pertenecientes al ámbito náutico-marítimo, el taller tablet-TIG introduce al alumno en un nuevo formato y soporte de la información geográfica y cartográfica que ya está implantado en

navegación aeronáutica civil norteamericana en las cabinas de aviones y que próximamente lo hará en navegación marítima: la digitalización de cartas náuticas y de navegación para su uso con dispositivos iPad en los puentes de mando.

Como en el caso taller anterior (Taller IDE) se analizan habilidades espaciales de los alumnos participantes en el taller, centrándose en la orientación espacial, y se mide la usabilidad del taller, de las aplicaciones utilizadas y del dispositivo de pantalla táctil utilizado.

6.4.2. Breve reseña histórica de las Tablet Digital

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. (Figura 54). 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”. Destacar 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.

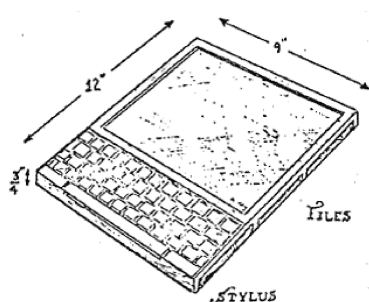


Figura 54. Dynabook

En el año 93 aparece el primer modelo de tableta digital que llegó al mercado. Fue el Apple Message Pad, más conocido como Newton (Figura 55). 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 Assitant (PDA).



Figura 55. 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. 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. (Figura 56).



Figura 56. 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, aunque con un éxito relativo, generó 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. (Figura 57). 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.



Figura 57. 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 (el iPhone y el 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 y/o 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 después de un año, se puede afirmar que las tabletas digitales han creado un nuevo producto que se va a establecer definitivamente.

En el año 2010 Apple ha vendido catorce millones de iPad y controla un 85% del mercado. 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).

En el año 2011 han aparecido multitud de nuevas tabletas digitales con sistema operativo Android, Windows 7 y web OS, unido al lanzamiento del iPad2, que además de mejorar las prestaciones de su antecesor tiene un perfil más estilizado, lo que repercute en un considerable menor peso y ergonomía.

Según las previsiones de los analistas, el parque de tabletas conectadas en 2014 en España superará los tres millones de unidades y se utilizará no sólo para fines lúdicos, sino también como herramienta de productividad en aplicaciones sectoriales en el ámbito educativo, sanitario o legal, entre otros (Agencia EFE, 2010).

Estos dispositivos, por tanto, están llamados a convertirse en un futuro cercano en una herramienta educacional a todos los efectos (Figura 58).



Figura 58. Galaxy Tab (Samsung) e iPad (Apple)

6.4.3. Mobile Learning y Tablet Learning

Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) han venido a revolucionar en muchos aspectos la vida del ser humano y el ámbito educativo no ha sido una excepción. El aprendizaje móvil (mobile learning ó m-learning) es definido como la impartición de educación y formación por medio de dispositivos móviles, tales como PDAs, iPods, smartphones (teléfonos inteligentes) y teléfonos móviles. Se considera una evolución natural del e-learning o aprendizaje electrónico, diferenciándose de ese en que el uso de la tecnología móvil confiere flexibilidad al aprendizaje, dado que los estudiantes pueden aprender en “cualquier momento y en cualquier lugar”. (Saorín, et.al., 2011)

El m-learning es un concepto nuevo en el ámbito pedagógico del aprendizaje. El primer trabajo publicado que pone su atención en el aprendizaje móvil surge en el año 2000, en la revista *Computers & Education* (Sharples, 2000) donde el autor examinó el potencial de los nuevos diseños apoyados en tecnologías móviles que permitieran mejorar los programas de aprendizaje permanente y las

oportunidades de educación continua para adultos. Muchas, si no todas, de las ideas planteadas en este trabajo de Sharples siguen evolucionando y son de gran interés en el m-learning hoy en día.

Si se pretende digitalizar la educación hay que hacerlo a través de internet y a través de algún dispositivo tipo ordenador o móvil (Sánchez, Salinas & Sáenz, 2007; Lu, 2008; Chen & Chun, 2008; Chris, 2008). A este respecto, la aparición de las tabletas digitales podría suponer un nuevo hito en los modelos educativos. Las tabletas con su pantalla cercana a la de un ordenador fijo o portátil, pero con todas las ventajas de movilidad de un teléfono móvil se perfilan como la piedra angular que puede crear un nuevo modelo formativo denominado “*tablet-learning*” (Saorín et.al., 2011). Este modelo combina las ventajas mencionadas y permite su introducción en los centros educativos de una manera sencilla y económica.

6.4.3.1. Experiencias Tablet-Learning

Al ser los iPad dispositivos que salieron al mercado en el año 2010, extendiéndose definitivamente en el año 2011, no se dispone a penas de datos sobre el uso de estas tecnologías en ámbitos educativos.

Destacar el estudio llevado a cabo por la UDIMA, la Universidad a Distancia de Madrid, entidad que acaba de hacer públicos los primeros resultados del “Proyecto iPad”, en el que participaron 50 alumnos que estudiaron y realizaron sus actividades a través de iPads durante un semestre. El “Proyecto iPad” fue monitorizado por 9 investigadores de la UDIMA. En función de los resultados finales del estudio, la UDIMA se plantea una posible implantación de los TabletPC para todos sus estudiantes.

Los resultados de este estudio han sido obtenidos a través de encuestas dirigidas a los 50 estudiantes que formaron parte del “Proyecto iPad” (fuente: Universidad a Distancia de Madrid)

- El 90% de los alumnos encuestados considera fácil o muy fácil poner en marcha el iPad.
- El 84% han visto cumplidas las expectativas que tenían del mismo.
- El 91% cree que la tablet es útil para estudiar a distancia.
- El 89% cree que facilita el seguimiento del curso.
- El 53% de los casos creen que el uso de este dispositivo ha hecho que aumente su productividad en el seguimiento del curso.
- El 96% de los estudiantes asegura haber leído documentos sin ningún tipo de problema a través de la pantalla de la tablet.
- El 82% considera fácil o muy fácil el manejo de aplicaciones de lectura de documentos. El programa más utilizado para ello ha sido GoodReader (74%) seguido de iBooks (60%).
- El 57% reconoce haber estudiado las unidades didácticas en papel.
- El 17% de los encuestados afirma que prefieren que les envíen los libros de estudio en formato impreso.
- El 62% estarían dispuestos a que la UDIMA sustituyera el envío de los manuales en papel por un dispositivo electrónico que los incluyera.
- El 62% ven dificultades a la hora de tener que realizar informes y trabajos.

Sobre estos primeros resultados, la UDIMA concluye: (fuente:Universidad a Distancia de Madrid)

- El iPad es una buena herramienta complementaria para la lectura y navegación web.
- Por el momento, el dispositivo no es capaz de sustituir completamente al papel y a los ordenadores.

- Los alumnos participantes consideran el iPad como un instrumento adecuado para consultar los foros, navegar por la web, leer el correo electrónico desde cualquier lugar e incluso consultar dudas o revisar materiales.
- Los encuestados ven dificultades a la hora de tener que realizar informes y trabajos.
- La mayoría de los estudiantes sigue estudiando las materias en formato impreso.

6.4.4. Aplicaciones Geoespaciales

Las tabletas digitales están complementadas con una tienda de aplicaciones en red. La existencia de estas tiendas de aplicaciones, con programas muy baratos, e incluso gratuitos como los que se analizan en el Taller tablet-TIG, disponibles y actualizables en red, permiten disponer de aplicaciones actualizadas de bajo (o, en muchos casos, nulo) coste sin necesidad de adquisición periódica de nuevas licencias y/o programas.

En el taller tablet-TIG se trabaja con las denominadas *aplicaciones geoespaciales*. Se entiende por aplicaciones geoespaciales, aquellas que permiten la consulta, edición y creación de información geográfica y cartográfica acompañada de información temática adicional en múltiples formatos: datos, imágenes, vídeos, archivos sonoros... (Tabla 29).

Algunas de ellas (Google Earth, Google Maps) son una versión adaptada de la aplicación en PC, ofreciendo un funcionamiento similar, aunque desde un interface distinto, permitiendo el acceso a la información a través de menús con un menor número de opciones.

Otras, en cambio, han sido desarrolladas específicamente para Tablet Digital, como la aplicación Mapas de Apple, que destaca por su sencillo y eficaz modo de acceso a la información.

Las Infraestructuras de Datos Espaciales presentaban un problema de funcionamiento en Tableta Digital: las posibilidades de hacer zooms de pantalla así como el acceso a los comandos eran muy limitadas, imposibilitando en gran medida su uso por parte del usuario.

Detectado este problema, en septiembre de 2010 el autor de esta tesis se puso en contacto por correo electrónico con los desarrolladores de la IDECanarias, la empresa pública GRAFCAN, comentándoles el problema detectado e interesándose por una posible solución. Se recibió respuesta a los quince días donde indicaban que estaban solucionando el problema.

Finalmente, en enero de 2011, el departamento de ingeniería de Grafcan terminó de solucionar el problema y la IDECanarias se encuentra desde esa fecha plenamente operativa para estos dispositivos, lo que permitió realizar experiencias con la IDECanarias dentro del Taller tablet-TIG, junto con los Virtual Globes Google Earth, Google Maps y Aplicación Mapas. Los correos electrónicos entre el autor y los desarrolladores de IDECanarias se pueden consultar en el Anexo 2 de esta tesis.

CAPITULO 6. ENSAYOS EXPERIMENTALES: DESCRIPCIÓN

| Aplicación Geoespacial | Precio € | Posibilidades de edición | Trabajo con capas | Ficheros que soportan | Observaciones |
|--|----------|--------------------------|-------------------|--|---|
|  Google Earth | 0,00 | Sí | Sí | KML, Cartografía | Virtual-Globe que permite consultar y editar información geográfica |
|  Google Maps | 0,00 | Sí | Sí | Cartografía e Imágenes | Virtual-Globe que permite consultar y editar información geográfica |
|  Argis | 0,00 | No | Sí | SHP | Visualizador de Sistemas de Información Geográfica |
|  Galileo Offline Maps | 0,00 | No | Sí | Cartografía e imágenes | Virtual-Globe que permite consultar información geográfica |
|  PD Maps World Wide | 0,00 | No | Sí | Cartografía e imágenes | Virtual-Globe que permite consultar información geográfica |
|  Mapas | 0,00 | No | Sí | Cartografía, imágenes y vídeo. Street View | Virtual-Globe que permite consultar información geográfica |
|  Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias | 0,00 | Sí | Sí | Cartografía e imágenes. Información vectorial en DGN, SVG (Scalable Vector Graphics) o WebCGM (Web computer GraphicsMetafile) | Infraestructura de Datos Espaciales. Permite visualizar, editar, consultar y crear información georeferenciada. Acceso a gran número de bases de datos geoespaciales. |

Tabla 29. Aplicaciones Geoespaciales para Ipad.

6.4.5. Instrucción

El taller está dividido en dos fases de 3 y 3 horas respectivamente (Tabla X).

| Fase | Nivel | Descripción | Tiempo |
|----------------------|-------|--------------------------------|--------|
| 1. Iniciación | 1 | Introducción | 1 ½ h |
| | 2 | Entrenamiento | 1 ½ h |
| 2. Perfeccionamiento | 2 | Ejercicio práctico (4 bloques) | 3 h |

Tabla 30. Planificación del Taller.

a) Fase 1. Iniciación.

Nivel 1. Introducción (2 horas): Descripción del dispositivo, funciones, aplicaciones, menús y modos de edición. Configuración para la navegación. Visualización de vídeos y visitas guiadas sobre el uso del Ipad. Visualización de tutoriales sobre las aplicaciones empleadas en el taller.

Nivel 2. Entrenamiento (1 hora): Descripción de las aplicaciones geoespaciales Google Earth, Google Maps, aplicación MAPA e Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias: comandos, modos de visualización, interacción con la información geográfica mediante gestos y visualización tridimensional.

b) Fase 2. Perfeccionamiento.

Ejercicio práctico. (3 horas): Se propone un ejercicio en el que se plantean cuatro bloques de actividades en torno a las cuatro aplicaciones Geoespaciales utilizadas. Cada bloque está pensado para que el alumno maneje todos los comandos y realice tantas consultas le permita cada uno de los servicios.

- Bloque I: Google Maps. En este bloque al alumno se le preguntan cuestiones en las que ha de operar con los comandos de medición de distancias, superficies y desniveles. Se le solicita hacer un recorrido desde un lugar a otro lugar con pequeño denominador de escala bajo distintos

modos de visualización. Se le pide utilizar la herramienta de visualización tridimensional para interpretar el relieve de un terreno y compararlo con la representación cartográfica convencional del relieve: las curvas de nivel.

- Bloque II: Google Earth: Navegación bajo las distintas opciones de visualización bidimensional y tridimensional: modo panorámico, acercar, alejar, girar, mirar alrededor e inclinar a través de gestos con la mano sobre la pantalla. Se plantean situaciones en las que el alumno debe ejercitar sus dotes de orientación espacial para resolver el problema planteado. Se le pide realizar recorridos con pequeño denominador de escala en el que tiene que ir reconociendo lugares que conoce empleando para el recorrido de ida el formato cartográfico y para el modo de vuelta ortofotos, y realizar el mismo recorrido desactivando y activando la posición del Norte Geográfico. Comprobar el comando “mi ubicación” de geoposicionamiento del dispositivo. Visualizar el relieve bajo el comando inclinación. Interpretación de coordenadas geográficas longitud y latitud sobre redes de meridianos y paralelos.
- Bloque III. Aplicación Mapas. Navegación bajo las distintas opciones de visualización que ofrece la aplicación. Realización de recorridos de orientación bajo los modos de visualización clásico, satélite e híbrido. Activación de la opción relieve y de modo clásico de una zona determinada e interpretación de las curvas de nivel. Recorridos con la herramienta Street View. Comprobación del comando “mi ubicación” de geoposicionamiento del dispositivo. Comparar con Google Earth.
- Bloque IV. Infraestructura de Datos Espaciales: Visita del catálogo de servicios. Acceso al Visor. Visualización bidimensional y tridimensional de una determinada zona. Comparación de terrenos con curvas de nivel (cartografía) y ortofoto. Concepto de escala: combinación de escalas 1/1000 y 1/5000 en modo doble ventana y comprobación del efecto de la escala en la imagen representada. Medición de distancias, desniveles y superficies. Obtención de coordenadas UTM. Interpretación de coordenadas geográficas longitud y latitud sobre redes de meridianos y

paralelos. Consulta de información temática. Búsquedas geográficas por información temática. Interpretación de sombras para la orientación espacial (se le pregunta dónde estaba el sol en el momento de la toma de la ortofoto).

6.5. Taller de Modelado 3D

6.5.1. Introducción

En los planes de estudio de titulaciones relacionadas con el ámbito náutico-marítimo figuran, como competencias académicas a adquirir por parte del estudiante, las técnicas de representación, normalización, diseño asistido por ordenador y fundamentos del diseño industrial. Figuran, a su vez, como resultados de 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.

En el ámbito marítimo estas competencias y resultados del aprendizaje intervienen en la interpretación de planos de instalaciones de buques, al visualizar sus distintos componentes en dos y tres dimensiones, así como en la configuración y mecanizado de piezas donde se trabaja en un entorno 3D, por citar algunos ejemplos.

En la formación de futuros marinos, el código STCW establece la obligación del uso de simuladores, donde interviene también la capacidad de visión espacial. Al manejar simuladores para propulsión y sistemas auxiliares del buque, la información disponible está en dos dimensiones y es necesaria la visualización tridimensional, que facilitará las tareas de operación y mantenimiento y aportará mejoras en parámetros ergonómicos.

En torno a estas competencias se realiza un taller de modelado tridimensional como estrategia para la mejora de la habilidad espacial. En este taller se combinan la manipulación de piezas reales e imágenes tridimensionales de ordenador.

Esta estrategia ha sido validada por separado 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).

6.5.2. Instrucción

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. A su vez, las figuras están dibujadas en una rejilla tridimensional que aumenta su complejidad con el nivel. Cada nivel contiene 24 figuras, de las cuales se les solicitó a los participantes que resolvieran un mínimo de seis de ellas. (Tabla 31).

El diseño de este Taller ha sido validado por el Grupo de Investigación DEHAES durante el curso 2010-2011, comprobando cuantitativamente la adecuada distribución en fases de aprendizaje y niveles de dificultad: 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.

En la fase de Iniciación, el alumno, siguiendo las instrucciones del video tutorial incluido en Taller realiza un entrenamiento básico del manejo del software SketchUp, aprendiendo las instrucciones básicas más importantes como el dibujo de líneas y polígonos en un entorno tridimensional.

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.

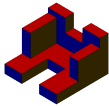



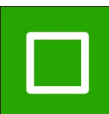


| FASE | PRÁCTICAS/NIVEL | LOGO | DESCRIPCIÓN | |
|----------------------------------|--|---|---|---|
| FASE DE INICIACIÓN | PRÁCTICA 1.1 |  | Crear modelos 3D a partir de piezas reales de aluminio. | |
| | PRÁCTICA 1.2 Crear modelos 3D a partir de perspectivas isométricas de figuras | NIVEL A |  | 24 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 |

Tabla 31: taller modelado 3D

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 del Sistema Europeo de 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. (Tabla 32).

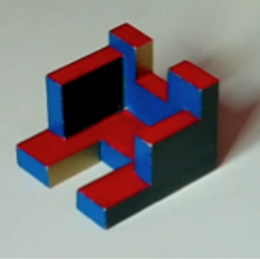
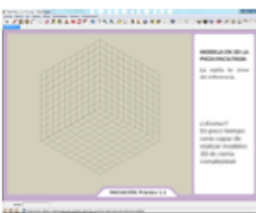
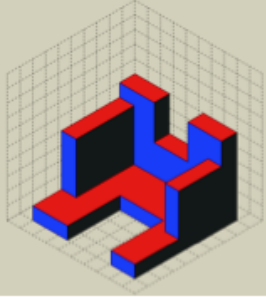
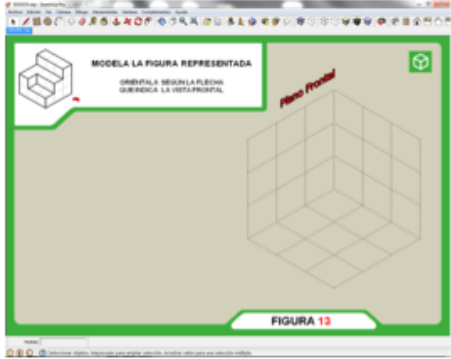
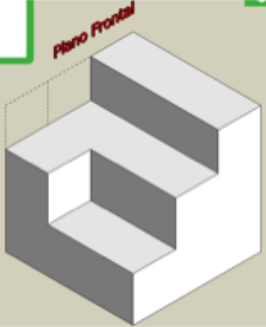
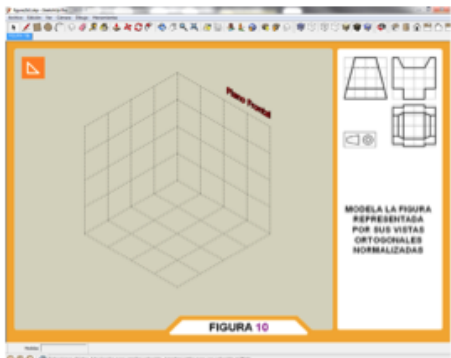
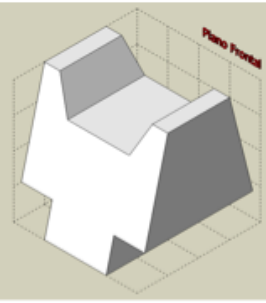
| ACTIVIDAD Y MATERIALES | FORMATO ENUNCIADO | ESPACIO DE TRABAJO | FORMATO RESULTADO |
|---|---|---|---|
| <p>1.1 Construir modelos 3D a partir de piezas reales</p> <p>Enunciado: Piezas de aluminio con sus caras pintadas.</p> <p>Soporte del ejercicio: fichero de SketchUp en plantilla personalizada</p> |  <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> |  | |

Tabla 32: actividades y materiales taller modelado 3D

La distribución de tiempos del Taller se describe en la Tabla 33:

| | | Duración (minutos) | Número de Piezas a Realizar |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Fase Iniciación | Entrenamiento Básico | 30 | |
| | Piezas Reales | 30 | 1 |
| | Nivel A | 30 | 6 |
| | Nivel B | 30 | 6 |
| | Nivel C | 45 | 6 |
| Fase Perfeccionamiento | Nivel A | 45 | 6 |
| | Nivel B | 60 | 6 |
| | Nivel C | 60 | 6 |

Tabla 33: distribución de tiempos del taller modelado 3D

Los contenidos del curso se implementan dentro de un aula virtual ya que dicho formato permite la incorporación inmediata en cualquier centro que disponga de un entorno virtual de aprendizaje. De este modo, además, los trabajos realizados por los alumnos, en formato digital, se pueden recibir, almacenar y evaluar adecuadamente dentro de una estructura de aula virtual

Gracias a la modularidad del Taller se puede implementar en la docencia reglada adaptando el número de ejercicios a desarrollar en función del nivel del alumno y del número de horas de que disponga la asignatura, proponiendo trabajar, en cada nivel, con más o menos figuras.

CAPÍTULO 7. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES. EXPERIENCIAS CON TITULACIONES AJENAS AL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO.

7.1. Introducción

Previa impartición de los talleres diseñados para el desarrollo de habilidades espaciales en alumnos de Ingeniería del ámbito náutico-marítimo se realizaron unas pruebas piloto con otras titulaciones afines a las tecnologías empleadas: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural, Grado en Ingeniero Agrícola y del Medio Rural, Ingeniero Técnico de Obras Públicas, Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, Licenciado en Geografía, Master en Ingeniería, Ingeniero Agrónomo y Grado en Ingeniería Civil.

La cronología de los talleres ha sido (Tabla 34):

| CRONOLOGÍA TALLERES PREVIOS A LAS TITULACIONES DE ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO | | | | | | |
|---|-----------------|---------------------------------|--|--------------------------|---------|---|
| TALLER | Curso académico | Número de alumnos participantes | Titulación | TEST | | |
| | | | | Mental Rotation Test MRT | DAI-SRS | Perspective Taking Spatial Orientation Test |
| Taller IDE. | 2009-2010 | 46 | Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de La Laguna | x | x | x |
| | 2009-2010 | 6 | Licenciatura en Geografía. Universidad de La Laguna. | x | x | x |
| Taller tablet-TIG | 2009-2010 | 14 | Grado en Ingeniería Civil. Universidad de La Laguna. | x | x | x |
| | 2009-2010 | 9 | Master Ingeniería. Haute Ecole Charlemagne. Universidad de Lieja, Bélgica. | x | | x |
| | 2009-2010 | 16 | Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Laguna. | x | | x |
| | 2010-2011 | 15 | Grado en Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de La Laguna. | | | x |

Tabla 34. Cronograma Talleres

7.2. Taller I.D.E.

7.2.1. Objetivos

Este estudio piloto se diseña al objeto de comprobar si el concurso de nuevas Tecnologías de Información Geográfica como las Infraestructuras de Datos Espaciales desarrolla la orientación espacial de alumnos pertenecientes a titulaciones en las que se hace uso de mapas, planos e información georeferenciada. Se realiza, a su vez, un análisis de satisfacción del usuario en relación a la metodología y contenidos desarrollados.

7.2.2. Hipótesis de trabajo

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

- Un taller de corta duración utilizando Infraestructuras de Datos Espaciales es una herramienta válida para el objetivo de mejorar las habilidades espaciales, y en concreto de la Orientación Espacial.
- El alumno va a responder positivamente al empleo de nuevas herramientas tecnológicas de aprendizaje: Taller IDE.

Para poder validar las hipótesis de trabajo se diseñan una serie de ejercicios prácticos a realizar con los alumnos. Se fijará una hipótesis nula (H_0) y se validará o no la suposición a través de métodos de inferencia estadística. Se aportan, a su vez, datos de encuestas de satisfacción para confirmar la segunda hipótesis.

7.2.3. Metodología

Participantes

En la prueba ha participado una población de cincuenta y dos estudiantes voluntarios correspondientes al primer curso de las titulaciones de Ingeniería Técnica Agrícola y Licenciatura en Geografía, con edades comprendidas entre

los dieciocho y los veintidós años, distribuidos en una población de treinta y un hombres y veintiuna mujeres (Tabla 35).

| PARTICIPANTES EN EL TALLER I.D.E. | | | |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------------|--|
| TALLER IDE | Curso académico | Número de alumnos participantes | Titulación |
| | 2009-2010 | 46 | Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de La Laguna. |
| | 2009-2010 | 6 | Licenciatura en Geografía. Universidad de La Laguna. |

Tabla 35. Participantes Taller IDE.

Hardware y Software

El taller se ha desarrollado sobre ordenadores Pentium IV a 2.80 GHz y 512 Mb de RAM, con sistema operativo Windows XP, en el aula de informática del Departamento de Expresión Gráfica en Arquitectura e Ingeniería para los estudiantes de Ingeniería (Figura 60) y en el aula de informática de la Facultad de Geografía para los estudiantes de Geografía, en la Universidad de La Laguna.



Figura 60. Taller en el aula de Expresión Gráfica.

Al realizarse el estudio en la Universidad de La laguna, en la isla de Tenerife, el software empleado fue la aplicación Web del visor del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias, IDE Canarias, de acceso libre y gratuito. Ofrece, a través de su línea de comandos, visualizaciones en 2D y 3D en una o dos ventanas, medición de distancias y superficies, obtención de perfiles transversales y cálculo de rutas, mostrando la información georeferenciada en distintos formatos: Orto foto express, Orto foto express de alta resolución, mapa topográfico 1/1000, mapa topográfico 1/5000, mapa callejero y Modelo Digital de Sombras; todo ello conectado a una base de datos de información temática con la que el usuario puede desarrollar cartografía temática.

Medición de las habilidades espaciales

Cada participante realiza, antes y después del experimento, los tres test de medición de habilidades espaciales: el Mental Rotation Test, el Differential Aptitude Test – Spatial Rotation Subset (DAT-SR5) y el Perspective Taking / Spatial Orientation Test. De este modo se pueden evaluar los resultados de la prueba piloto sobre las habilidades espaciales de los alumnos.

7.2.4. Análisis de datos y resultados

Para dar respuesta a la primera hipótesis planteada (un taller de corta duración utilizando Infraestructuras de Datos Espaciales es una herramienta válida para el objetivo de mejorar las habilidades espaciales, y en concreto de la Orientación Espacial), antes y después de la realización del taller se evaluaron las capacidades espaciales de los estudiantes. En la tabla 36 se muestran las puntuaciones obtenidas y las ganancias medias para los test MRT, Perspective Taking/Spatial Orientation Test y DAT-SR5.

La calificación del Perspective Taking/Spatial Orientation Test es la desviación en grados sexagesimales respecto de la respuesta correcta, razón por la cual a menor puntuación mayor acierto.

CAPITULO 7. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES: EXPERIENCIAS CON TITULACIONES
AJENAS AL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO

| TEST | Mental Rotation Test | | | Persp. Tak/Spat. Orient. Test | | | Diferencial Aptitude Test | | |
|----------------|----------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|------------------|------------------|---------------------------|------------------|----------------|
| | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) |
| Total n=52 | 13,1 (5,83) | 17,46 (7,37) | 4,37 (5,73) | 50,36 (30,22) | 35,29 (28,27) | 15,06 (20,02) | 24,88 (8,09) | 32,96 (9,78) | 8,08 (6,81) |
| Hombre n=31 | 13,45 (6,42) | 17,87 (8,04) | 4,42 (6,11) | 51,29 (33,72) | 33,73 (30,48) | 17,56 (21,02) | 23,65 (7,85) | 31,58 (10,28) | 7,94 (7,09) |
| Mujer n=21 | 12,57 (4,95) | 16,86 (6,4) | 4,29 (5,25) | 48,99 (24,89) | 37,60 (25,21) | 11,38 (18,33) | 26,71 (8,28) | 35,00 (8,84) | 8,29 (6,53) |

s.d.: desviación estándar. Gain: ganancia.

Tabla 36. Resultados pre y post taller.

Las ganancias medias resultaron, por tanto, de un 4.37 para el Mental Rotation Test (MRT), de un 15.06 para el Perspective Taking/Spatial Orientation Test y de un 8.08 para el Diferencial Aptitude Test (DAT-SR5). Al realizarse la prueba con alumnos de primer curso al comienzo del mismo y, por tanto, no haberse ejercitado con asignaturas de contenidos afines a los contemplados en la prueba, no se han encontrado diferencias significativas entre las dos titulaciones presentes en la población estudiada.

Para el análisis estadístico se parte de la hipótesis nula (H_0): “los valores medios de habilidades espaciales no han variado después del curso”. Se aplica la prueba t-Student para series emparejadas (resultados de los test antes y después del curso) y se obtienen los *p-valores* que representan la probabilidad de que dicha afirmación sea cierta (Tabla 37).

| TEST | Mental Rotation Test | Persp. Tak/Spat. Orient. Test | Diferencial Aptitude Test |
|---------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| p-valor | 0,00000124087 | 0,00000160455 | 0,00000000001 |

Tabla 37. Nivel de significación del Taller.

El nivel de significación no llega en ningún caso al 1%, 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.

Como respuesta a la primera hipótesis se confirma que existe un efecto del Taller IDE sobre el valor medio de las habilidades espaciales medidas por los test de Rotación Espacial (MRT), Orientación Espacial (Perspective Taking/Spatial Orientation Test) y Visión espacial (DAT-SR5); dicho efecto es el de aumentar las habilidades de los sujetos sometidos a entrenamiento.

Se observa, además, que las ganancias obtenidas en los test tienen un aumento similar por género, excepto en el caso del Perspective Taking/Spatial Orientation Test, donde el aumento es mayor en hombres que en mujeres (Tabla 38).

| Ganancias por género | Hombre | Mujer |
|--|---------------|--------------|
| Mental Rotation Test (MRT) | 4,42 | 4,29 |
| Spatial Orientation Test (Perspective Taking/Spatial Orientation Test) | 17,56 | 11,38 |
| Differential Aptitude Test (DAT-SR5) | 7,94 | 8,29 |

Tabla 38. Ganancias por género.

7.2.4.1. Comparación con resultados obtenidos en cursos de mejora de habilidades espaciales anteriores.

En la Universidad de La Laguna, el grupo de investigación DEHAES ha desarrollado diversos cursos de mejora de habilidades espaciales, empleando ejercicios de modelado 3D partiendo de vistas isométricas en papel, aplicaciones Web para la mejora de la visión espacial, una aplicación de bocetado por ordenador desarrollada por el grupo de investigación Regeo denominada e-CIGRO, Software Google Sketchup, video juegos y, finalmente, una herramienta

CAPITULO 7. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES: EXPERIENCIAS CON TITULACIONES
AJENAS AL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO

basada en la tecnología de realidad aumentada desarrollada conjuntamente por el grupo de investigación DEHAES y el equipo Human Centered Technology de la Universidad Politécnica de Valencia.

En estos cursos se han analizado dos componentes de la capacidad espacial, las relaciones espaciales y la visión espacial, medidas con los test MRT y DAT-SR5 respectivamente, sin considerar la componente de la orientación espacial, por lo que la comparación de este curso con experiencias previas solo se puede hacer en torno a estas dos variables (Tabla 39):

| CURSO | Mental Rotation Test | | | Differential Aptitude Test | | | Descripción |
|-----------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|------------------|--------------------|---|
| | Pre (s.d.) | Post (s.d.) | Ganancia (s.d.) | Pre (s.d.) | Post (s.d.) | Ganancia (s.d.) | |
| Ejercicios en papel n=17 | 8,18 (4,60) | 13,53 (6,12) | 5,35 (4,35) | 28,47 (8,57) | 39,35 (10,09) | 10,88 (5,48) | Modelado 3D partiendo de vistas isométricas en papel |
| Ejercicios Web n=15 | 9,60 (4,46) | 13,27 (4,80) | 3,36 (5,85) | 30,53 (5,40) | 36,67 (5,60) | 5,13 (5,25) | Aplicaciones Web de reconstrucción de piezas a partir de vistas |
| Aplicación E-cigro n=20 | 7,85 (3,56) | 12,05 (5,33) | 4,20 (4,49) | 33,00 (6,26) | 40,40 (8,92) | 7,40 (5,92) | Aplicación de boceado por ordenador desarrollado por el grupo de investigación REGEO |
| Software Sketchup n=12 | 10,58 (4,32) | 16,83 (7,77) | 6,25 (6,55) | 31,00 (7,41) | 43,42 (6,24) | 12,42 (7,59) | Software de modelado 3D desarrollado por Google |
| Videojuegos en PC n=21 | 20,76 (8,01) | 27,48 (9,03) | 6,72 (4,54) | 40,38 (11,51) | 49,67 (8,68) | 9,29 (5,09) | Videojuegos donde se ejercita la capacidad espacial: Tetris, Tetris Revolution y Block 3D |
| Nintendo DS n=14 | 12,43 (5,73) | 22,79 (9,19) | 10,36 (4,76) | 43,14 (8,30) | 52,07 (8,40) | 8,93 (4,76) | Videojuegos donde se ejercita la capacidad espacial: Tetris, Táctil-Torre y Puzzle |
| Realidad Aumentada n=25 | 19,67 (7,91) | 27,71 (7,83) | 8,04 (5,31) | 29,17 (7,29) | 38,46 (7,05) | 9,29 (4,08) | Vistas 3D de piezas a través de Realidad Aumentada |
| IDE n=52 | 12,57 (4,95) | 16,86 (6,4) | 4,29 (5,25) | 24,88 (8,09) | 32,96 (9,78) | 8,08 (6,81) | Desarrollado en este taller |

s.d.: desviación estándar. Gain: ganancia.

Tabla 39. Comparación de resultados con experiencias previas en relaciones espaciales y visualización espacial.

Respecto a la tercera componente, la orientación espacial, no se disponen de datos de experiencias previas en cursos de mejora. Sí existen resultados del Test de Orientación Espacial recogidos en experiencias realizadas en el año 2001 y 2004 con estudiantes de la Universidad de California (Kozhevnikov & Hegarty, 2001; Hegarty & Waller, 2004), sometidos a una batería de test de orientación espacial entre los cuales estaba el Perspective Taking/Spatial Orientation Test. (Tabla 40).

| Perspective Taking/Spatial Orientation Test | | | |
|--|----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| Universidad de La Laguna, Tenerife | | Universidad de Santa Bárbara | |
| Pre-curso (s.d.) | Post-curso (s.d.) | Año 2001 (s.d.) | Año 2004 (s.d.) |
| 50,36 (30,22) | 35,29 (28,27) | 33,20 (23,30) | 38,01 (28,08) |
| n=52 | | n=71 | n=61 |

s.d.: desviación estándar

Tabla 40. Comparación de resultados del perspective taking spatial orientation test

7.2.5. Medida de la Usabilidad

Para dar respuesta a la segunda hipótesis (el alumno va a responder positivamente al empleo de nuevas herramientas tecnológicas de aprendizaje: Taller IDE) es preciso hacer una medida de la usabilidad. En el caso del Taller IDE esta medida se afronta desde un doble enfoque (Figura 61):

- Por un lado, para diseñar una nueva metodología docente basada en un Taller con la Infraestructura de Datos Espaciales es preciso evaluar la usabilidad del Taller y de los materiales didácticos empleados.
- Por otro lado, es necesario, a su vez, analizar la usabilidad de la plataforma que elegida en el diseño de la metodología docente: la Infraestructura de Datos Espaciales.

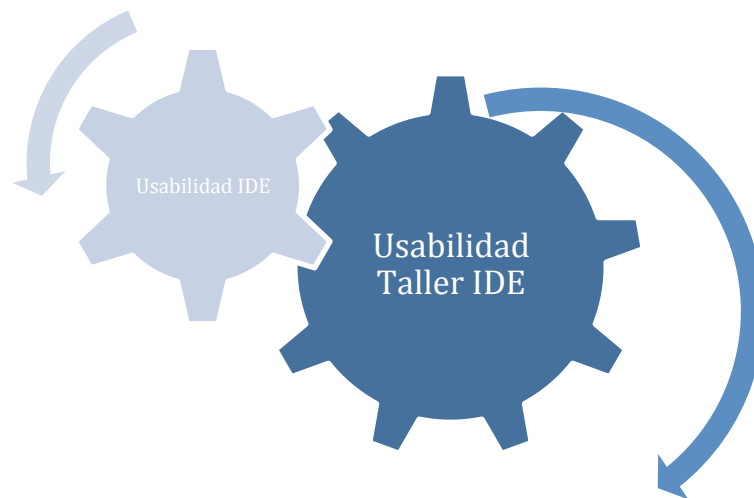


Figura 61. Usabilidad

7.2.5.1 Resultados de Usabilidad del Taller IDE.

Para poder validar un Taller IDE se realiza 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 41).

| USABILIDAD DEL TALLER IDE | | |
|---------------------------|----|---|
| Parámetro | N. | Pregunta |
| EFICACIA | 1 | El contenido teórico del Taller IDE está bien estructurado |
| | 2 | El contenido práctico del Taller IDE está bien estructurado |
| | 3 | Los ejercicios propuestos se adecúan a los contenidos de la IDE |
| | 4 | Los ejercicios propuestos se plantean de forma clara |
| | 5 | Es sencillo acceder a los materiales del Taller IDE |
| EFICIENCIA | 6 | El número de ejercicios es suficiente para las horas de trabajo propuestas |
| | 7 | Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados |
| | 8 | Me ha dado tiempo a resolver los ejercicios propuestos |
| | 9 | El nivel de dificultad de los ejercicios planteados en el Taller IDE ha sido adecuado |
| | 10 | Con este Taller IDE he asimilado rápidamente el funcionamiento de la IDE |
| SATISFACCIÓN | 11 | El Taller IDE ofrece un contenido útil |
| | 12 | El Taller IDE me ha ayudado a comprender mejor el concepto de escala de un plano |
| | 13 | Ahora interpreto mejor el relieve tanto en 2d como en 3d |
| | 14 | Ahora comprendo mejor el concepto de coordenadas (tanto coordenadas geográficas Longitud y Latitud como coordenadas U.T.M.) |
| | 15 | En términos generales, estoy satisfecho con el Taller IDE |

Tabla 41. Cuestionario medida de la usabilidad del Taller IDE.

Los resultados de la encuesta de usabilidad del Taller IDE en función de los parámetros analizados son, en función de la escala de Likert (1: totalmente en desacuerdo; 5 Totalmente de acuerdo):

CAPITULO 7. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES: EXPERIENCIAS CON TITULACIONES AJENAS AL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO

| EFICACIA. Valor promedio 4,3 o sobre 5,00 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|----|----|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 1 | El contenido teórico del Taller IDE está bien estructurado | 0 | 0 | 8 | 29 | 15 | 4,14 | 0,65 |
| 2 | El contenido práctico del Taller IDE está bien estructurado | 0 | 0 | 3 | 32 | 17 | 4,27 | 0,56 |
| 3 | Los ejercicios propuestos se adecúan a los contenidos de la IDE | 0 | 0 | 0 | 28 | 24 | 4,46 | 0,50 |
| 4 | Los ejercicios propuestos se plantean de forma clara | 0 | 0 | 5 | 33 | 14 | 4,17 | 0,58 |
| 5 | Es sencillo acceder a los materiales del Taller IDE | 0 | 0 | 1 | 26 | 25 | 4,46 | 0,54 |

Tabla 42. Medida de la usabilidad del taller: eficacia

Los contenidos tanto teóricos como prácticos del Taller IDE han sido muy bien valorados (4,14 y 4,27 respectivamente). El estudiante accede con sencillez a los materiales del Taller IDE (4,46) y trabaja con unos ejercicios adecuados a las potencialidades de la plataforma (4,46) que además encuentra bien planteados (4,17).

| EFICIENCIA. Valor promedio 3,97 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|---|---|---|----|----|----|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 6 | El número de ejercicios es suficiente para las horas de trabajo propuestas | 0 | 0 | 7 | 35 | 10 | 4,06 | 0,57 |
| 7 | Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados | 0 | 2 | 3 | 39 | 8 | 4,02 | 0,61 |
| 8 | Me ha dado tiempo a resolver los ejercicios propuestos | 0 | 7 | 10 | 28 | 7 | 3,67 | 0,88 |
| 9 | El nivel de dificultad de los ejercicios planteados en el Taller IDE ha sido adecuado | 0 | 0 | 8 | 33 | 11 | 4,06 | 0,61 |
| 10 | Con este Taller IDE he asimilado rápidamente el funcionamiento de la IDE | 0 | 0 | 7 | 35 | 10 | 4,06 | 0,57 |

Tabla 43. Medida de la usabilidad del taller: eficiencia

Se puede considerar, a la luz de los resultados, que los contenidos del Taller IDE son eficientes, pues permite realizar las tareas para las que ha sido diseñado: los participantes se han sentido capaces de hacer los ejercicios propuestos (4,02) dentro del tiempo del que han dispuesto (3,67).

CAPITULO 7. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES: EXPERIENCIAS CON TITULACIONES
AJENAS AL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO

| SATISFACCIÓN. Valor promedio 4,20 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|-------------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 11 | El Taller IDE ofrece un contenido útil | 0 | 0 | 0 | 26 | 26 | 4,50 | 0,50 |
| 12 | El Taller IDE me ha ayudado a comprender mejor el concepto de escala de un plano | 0 | 0 | 10 | 30 | 12 | 4,04 | 0,66 |
| 13 | Ahora interpreto mejor el relieve tanto en 2d como en 3d | 0 | 1 | 9 | 26 | 16 | 4,10 | 0,75 |
| 14 | Ahora comprendo mejor el concepto de coordenadas (tanto coordenadas geográficas Longitud y Latitud como coordenadas U.T.M.) | 0 | 3 | 7 | 30 | 12 | 3,98 | 0,78 |
| 15 | En términos generales, estoy satisfecho con el Taller IDE | 0 | 0 | 3 | 21 | 28 | 4,48 | 0,61 |

Tabla 44. Medida de la usabilidad del taller: satisfacción

Las opiniones vertidas en la encuesta arrojan un alto grado de satisfacción del usuario respecto del Taller IDE, se cumplen las expectativas. El alumno opina que le ha ayudado a asimilar conceptos tales como la escala (4,04) y los diferentes sistemas de coordenadas empleados en cartografía (3,98). Percibe, a su vez, que interpreta mejor el relieve ayudándose de los distintos formatos de visualización que ofrece la Infraestructura de Datos Espaciales (4,10).

Las puntuaciones obtenidas sobre el grado de satisfacción general del Taller IDE (4.48) así como de la utilidad del mismo (4.50) son indicadoras de la medida de la satisfacción general del usuario.

7.2.5.2 Resultados de Usabilidad del Geoportal de Infraestructura de Datos Espaciales

Analizamos, a su vez, a través de un cuestionario (Tabla X) la validación de la herramienta utilizada estudiando su usabilidad en factores como la facilidad de manejo, su rapidez, el acceso a información georeferenciada y sus posibilidades de aplicación en el aprendizaje y posterior uso profesional.

| USABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES | | |
|--|----|--|
| Parámetro | N. | Pregunta |
| EFICACIA | 1 | El manejo de Cartografía con la IDE es fácil e intuitivo |
| | 2 | La IDE es una potente herramienta en la búsqueda de información geográfica georeferenciada |
| | 3 | El funcionamiento de la IDE es estable, no se bloquea |
| | 4 | El acceso a la Información geográfica es totalmente libre y gratuito |
| | 5 | En la consulta de información no se producen errores |
| EFICIENCIA | 6 | Me ha resultado fácil y rápida la consulta de mapas, ortofotos y datos temáticos |
| | 7 | Me ha resultado fácil y rápido generar cartografía temática |
| | 8 | Me ha resultado fácil y rápido medir distancias y superficies |
| | 9 | La velocidad de respuesta de Cartografía de la IDE es adecuada |
| | 10 | La velocidad de respuesta de datos temáticos de la IDE es adecuada |
| SATISFACCIÓN | 11 | Creo que la IDE es una potente herramienta para mi desarrollo como estudiante |
| | 12 | Creo que la IDE es una potente herramienta para mi desarrollo como profesional |
| | 13 | Creo que seré mejor profesional manejando Infraestructuras de datos espaciales |
| | 14 | Estoy satisfecho con el funcionamiento de la IDE |
| | 15 | Es fácil y rápido aprender a utilizar la IDE |

Tabla 45. Cuestionario medida de la usabilidad IDECanarias

Los resultados de la encuesta de usabilidad del Geoportal en función de los parámetros analizados son:

CAPITULO 7. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES: EXPERIENCIAS CON TITULACIONES
AJENAS AL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO

| EFICACIA. Valor promedio: 4,19 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|---|--|---|---|----|----|----|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 1 | El manejo de Cartografía con la IDE es fácil e intuitivo | 0 | 0 | 5 | 30 | 17 | 4,23 | 0,61 |
| 2 | La IDE es una potente herramienta en la búsqueda de información geográfica georeferenciada | 0 | 0 | 5 | 31 | 16 | 4,23 | 0,61 |
| 3 | El funcionamiento de la IDE es estable, no se bloquea | 0 | 0 | 25 | 24 | 23 | 3,59 | 0,61 |
| 4 | El acceso a la Información geográfica es totalmente libre y gratuito | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 5 | En la consulta de información no se producen errores | 0 | 1 | 10 | 33 | 8 | 3,91 | 0,65 |

Tabla 46. Medida de la usabilidad de la IDECanarias. Eficacia

El alumno percibe en todo momento que la IDE cumple con los objetivos de búsqueda y recuperación de información geográfica georeferenciada (4,23) y comprueba que es un sistema de acceso totalmente libre (ni siquiera es preciso registrarse), (5,0). En las puntuaciones de las cuestiones referentes a la estabilidad y la presencia de errores en la IDE se observan valores (3.59 y 3.91 respectivamente) por debajo de la media (4.19). Esto es debido a problemas puntuales de la conexión a internet en el aula donde se desarrolló la experiencia, ajenos al funcionamiento intrínseco de la IDE.

| EFICIENCIA. Valor promedio: 4,08 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|----|----|----|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 6 | Me ha resultado fácil y rápida la consulta de mapas, orotofotos y datos temáticos | 0 | 0 | 1 | 27 | 24 | 4,45 | 0,54 |
| 7 | Me ha resultado fácil y rápido generar cartografía temática | 0 | 0 | 5 | 40 | 7 | 4,05 | 0,48 |
| 8 | Me ha resultado fácil y rápido medir distancias y superficies | 0 | 1 | 7 | 33 | 11 | 4,05 | 0,66 |
| 9 | La velocidad de respuesta de Cartografía de la IDE es adecuada | 0 | 1 | 19 | 28 | 4 | 3,68 | 0,65 |
| 10 | La velocidad de respuesta de datos temáticos de la IDE es adecuada | 0 | 0 | 4 | 34 | 14 | 4,18 | 0,56 |

Tabla 47. Medida de la usabilidad de la IDECanarias. Eficiencia

La rapidez con que el alumno resuelve las tareas de consulta y edición de información cartográfica y temática así como la velocidad de respuesta de la IDE indican que nos encontramos frente a una plataforma eficaz, con una puntuación media de 4.08. El único valor por debajo de la media (3,68) es el de velocidad de

respuesta de la IDE al consultar cartografía, debido como en el caso anterior, a los problemas de conexión a internet en el aula donde se realizó el taller, ajeno al funcionamiento de la IDE.

| SATISFACCIÓN. Valor promedio: 4,45 sobre 5,00 | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|----|----|-------|------|--|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. | |
| 11 | Creo que la IDE es una potente herramienta para mi desarrollo como estudiante | 0 | 0 | 0 | 15 | 37 | 4,71 | 0,46 | |
| 12 | Creo que la IDE es una potente herramienta para mi desarrollo como profesional | 0 | 0 | 2 | 22 | 18 | 4,50 | 0,58 | |
| 13 | Creo que seré mejor profesional manejando Infraestructuras de datos espaciales | 0 | 1 | 4 | 25 | 22 | 4,31 | 0,70 | |
| 14 | Estoy satisfecho con el funcionamiento de la IDE | 0 | 0 | 4 | 23 | 25 | 4,40 | 0,63 | |
| 15 | Es fácil y rápido aprender a utilizar la IDE | 0 | 0 | 4 | 32 | 16 | 4,23 | 0,58 | |

Tabla 48. Medida de la usabilidad de la IDE Canarias. Satisfacción

El alumno muestra su conformidad respecto a la utilización de la IDE calificándolo como una herramienta potente tanto de aprendizaje (4,71) como de ejercicio profesional (4,50). Los participantes en el taller están satisfechos con el funcionamiento de la IDE (4.40).

7.2.5.3. Conclusiones del estudio de usabilidad

Una vez finalizado el Taller IDE, y a la vista de los resultados obtenidos en las encuestas de satisfacción, se concluye:

- Los resultados de las encuestas destinadas a medir la usabilidad del Taller IDE sobre la plataforma de Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias, con un valor promedio de usabilidad de 4.16 sobre 5.00 (eficacia 4.30, eficiencia 3.97, satisfacción 4.20), ponen de manifiesto que se puede incorporar la experiencia como herramienta de innovación docente acorde con los propósitos del Espacio Europeo de Educación Superior.

- Las Infraestructuras de datos espaciales son servicios de información geográfica de acceso libre y gratuito que arrojan unos elevados valores en cuanto a su usabilidad a nivel académico, con un valor promedio de 4.24 sobre 5.00 (eficacia 4.19, eficiencia 4.08, satisfacción 4.45)
- El estudiante acoge con alto grado de satisfacción (4.45) la incorporación de nuevas tecnologías de la información geográfica (TIG) tanto en el futuro ejercicio profesional como en su proceso de aprendizaje. En este sentido, es importante destacar el alto grado de autoaprendizaje que ofrecen las Infraestructuras de datos espaciales, orientadas a un público no profesional.

7.3. Taller tablet-TIG

7.3.1. Objetivos

Este estudio piloto se diseña al objeto de comprobar si, utilizando iPads como soporte, el concurso de nuevas Tecnologías de la Información Geográfica desarrollan las habilidades espaciales de alumnos pertenecientes a titulaciones en las que se hace uso de mapas, planos e información georeferenciada. Se realiza, a su vez, un análisis de usabilidad del taller, del soporte utilizado (iPad) y de las aplicaciones geoespaciales empleadas en parámetros de eficiencia, eficacia y satisfacción de usuario.

7.3.2. Hipótesis de trabajo

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

- Un taller de corta duración utilizando Tecnologías de Información Geográfica en soporte iPad es una herramienta válida para el objetivo de mejorar la Orientación Espacial.
- El alumno va a responder positivamente al empleo de nuevas herramientas tecnológicas de aprendizaje: Taller tablet-TIG y soporte iPad.

Para poder validar las hipótesis de trabajo se diseñan una serie de ejercicios prácticos a realizar con los alumnos. Se fijará una hipótesis nula (H_0) y se validará o no la suposición a través de métodos de inferencia estadística. Se aportan, a su vez, datos de encuestas de satisfacción que ayudan a confirmar la segunda hipótesis.

7.3.3. Metodología

Participantes y cronología de los talleres

En la prueba ha participado una población de cincuenta y cuatro estudiantes voluntarios, distribuidos en 21 mujeres y 33 hombres pertenecientes a varias titulaciones (tabla 49):

| CRONOLOGÍA TALLERES tablet-TIG PREVIOS A LAS TITULACIONES DE ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO | | | |
|--|-----------------|---------------------------------|--|
| TALLER Tablet-TIG | Curso académico | Número de alumnos participantes | Titulación |
| | 2009-2010 | 14 | Grado en Ingeniería Civil. Universidad de La Laguna. |
| | 2009-2010 | 9 | Master Ingeniería. Haute Ecole Charlemagne. Universidad de Lieja, Bélgica. |
| | 2009-2010 | 16 | Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Laguna. |
| | 2010-2011 | 15 | Grado en Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de La Laguna. |
| | Total | 54 alumnos participantes | |

Tabla 49. Cronograma Talleres tablet-TIG

Hardware y Software

El taller se ha desarrollado sobre dispositivos de pantalla táctil iPad: 10 unidades iPad1 y 5 unidades iPad2, en aulas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria y Facultad de Geografía de la Universidad de La Laguna, y en aulas de la Haute Ecole Charlemagne, de la Universidad de Lieja (Bélgica) (Figura 62).

En el taller se trabaja con las aplicaciones de Virtual Globes Google Earth, Google Maps, aplicación Mapas e Infraestructura de Datos Espaciales.



Figura 62. Taller Tablet-TIG celebrado en la Haute Ecole Charlemagne. Universidad de Lieja (Bélgica)

Medición de las habilidades espaciales

Cada participante realiza, antes y después del experimento, el test de medición de la orientación espacial empleado en esta tesis: el Perspective Taking / Spatial Orientation Test. En algunos casos se incluyen mediciones de las otras componentes de las habilidades espaciales como la visión espacial y las relaciones espaciales.

7.3.4 Análisis de datos y resultados

Para dar respuesta a la primera hipótesis planteada (un taller de corta duración utilizando Tecnologías de Información Geográfica en soporte iPad es una herramienta válida para el objetivo de mejorar la Orientación Espacial), antes y después de la realización del taller se midió la capacidad de orientación espacial de los participantes. En la tabla 50 se muestran las puntuaciones obtenidas y las ganancias medias para el Perspective Taking/Spatial Orientation Test.

La calificación del Perspective Taking/Spatial Orientation Test es la desviación

en grados sexagesimales respecto de la respuesta correcta, razón por la cual a menor puntuación mayor acierto.

| TEST | Persp. Tak/Spat. Orient. Test | | |
|----------------|-------------------------------|------------------|------------------|
| | Pre (s.d.) | Post. (s.d.) | Gain (s.d.) |
| Total n=54 | 46,37 (24,49) | 28,16 (18,97) | 18,22 (16,53) |
| Hombre n=33 | 44,20 (25,71) | 27,29 (20,41) | 16,91 (16,09) |
| Mujer n=21 | 49,78 (22,63) | 29,51 (16,86) | 20,27 (17,41) |

s.d.: desviación estándar. Gain: ganancia.

Tabla 50. Resultados pre y post taller.

La ganancia media resultó de 18,22 para el Perspective Taking/Spatial Orientation Test. Al realizarse la prueba con alumnos de primer curso al comienzo del mismo y, por tanto, no haberse ejercitado con asignaturas de contenidos afines a los contemplados en la prueba, no se han encontrado diferencias significativas entre las titulaciones presentes en la población estudiada.

Para el análisis estadístico se parte de la hipótesis nula (H_0): “los valores medios de orientación espacial no han variado después del curso”. Se aplica la prueba t-student para series emparejadas (resultados de los test antes y después del curso) y se obtienen los *p-valores* que representan la probabilidad de que dicha afirmación sea cierta. Tabla 51.

| TEST | Perspective Taking Spatial Orientation Test |
|----------------|---|
| <i>p-valor</i> | 0,000000000078 |

Tabla 51. Nivel de significación.

El nivel de significación no llega en ningún caso al 1%, 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.

Como respuesta a la primera hipótesis se confirma que existe un efecto del Taller Tablet-TIG sobre el valor medio de la orientación espacial (Perspective Taking Spatial Orientation Test); dicho efecto es el de aumentar la capacidad de orientación espacial de los sujetos sometidos a entrenamiento.

Se observa que las ganancias obtenidas en los test tienen un aumento mayor en mujeres (20,97) que en hombres (16,91), aunque las medias indican una mejor puntuación en hombres (44,20 *pre* y 27,79 *post*) que en mujeres (49,78 *pre* y 29,51 *post*). Es decir, según estos resultados, los hombres tienen mayor capacidad de orientación espacial que las mujeres, pero las mujeres obtienen más ganancia en orientación espacial cuando se someten a entrenamiento.

7.3.4.1 Medida de las componentes de relaciones espaciales y visualización espacial

Como se ha comentado, en cada taller, y dependiendo de la disponibilidad, se realizaron medidas de las otras componentes de las habilidades espaciales: las relaciones espaciales y la visualización espacial, con los test MRT y DAT-SR5 respectivamente, al objeto de comprobar la coherencia de resultados con experiencias previas realizadas por el grupo de investigación DEHAES.

Los resultados obtenidos fueron (Tabla 52):

| TEST | Mental Rotation Test | | | Diferencial Aptitude Test | | |
|---------------------------|----------------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------|----------------|
| | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) |
| Grado en Ingeniería Civil | 24,50 (8,92) | 28,07 (7,52) | 3,57 (5,80) | 35,36 (9,56) | 38,00 (7,17) | 2,64 (7,76) |
| Master Ingeniería | 18,22 (6,16) | 24,22 (7,12) | 6,00 (4,09) | | | |
| Ingeniero Agrónomo | 20,81 (8,22) | 23,31 (7,61) | 2,50 (3,79) | | | |

s.d.: desviación estándar. Gain: ganancia.

Tabla 52: resultados taller tablet tig en MRT y DAT-SR5

7.3.5 Resultados de Usabilidad del taller Tablet-TIG.

Se ha realizado un análisis de usabilidad a través de una encuesta dirigida a los participantes en el taller dándole un triple enfoque: usabilidad del dispositivo, usabilidad de las aplicaciones geoespaciales utilizadas y usabilidad del taller Tablet-TIG (Figura 63).

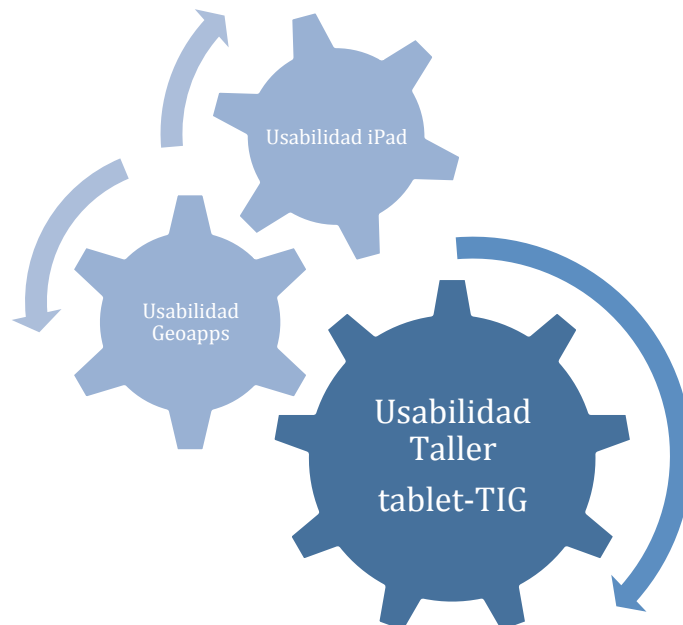


Figura 63. Usabilidad tablet-TIG

Del mismo modo que en el Taller IDE, el estudio de usabilidad se ha hecho en parámetros de eficiencia, eficacia y satisfacción de usuario, planteando las preguntas de la encuesta en función de la escala de Likert (1: totalmente en desacuerdo; 5 Totalmente de acuerdo).

7.3.5.1 Usabilidad del taller tablet-TIG.

En la tablas 53,54 y 55 se muestran los resultados del análisis de usabilidad del taller Tablet-TIG en parámetros de eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario:

| ANÁLISIS USABILIDAD DEL TALLER tablet-TIG: EFICACIA. Valor promedio 3,99 | | | | | |
|--|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|
| PREGUNTA | Ing. Agrón. | Master Ing. | Grado Ing. Civil. | Grado Geog. | Media Ponderada |
| La estructura del Taller está bien diseñada para familiarizarse con un nuevo entorno de acceso a información | 4,27 | 4,02 | 4,26 | 3,43 | 3,99 |
| La estructura del Taller en torno a diferentes SIG es adecuada | 3,73 | 4,56 | 4,06 | 3,73 | 3,95 |
| Los materiales del Taller (Ipads, Wifi, Fuentes consultadas) son suficientes para asimilar contenidos | 3,40 | 4,67 | 4,00 | 3,40 | 3,77 |
| Las explicaciones del profesor responden a las consultas planteadas | 4,29 | 4,87 | 4,67 | 3,60 | 4,29 |
| Los tutoriales han sido claros y adecuados a los contenidos del taller | 3,93 | 4,23 | 4,50 | 3,27 | 3,94 |

Tabla 53. Eficacia Taller.

La estructura del taller ha sido bien valorada, con un valor promedio de 3,99. Los materiales empleados ofrecen el menor valor promedio: 3,77, debido a que en algunos casos la red wifi no funcionaba correctamente. Las explicaciones impartidas por el profesor y los tutoriales registran valores de 4,29 y 3,94 respectivamente.

CAPITULO 7. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES: EXPERIENCIAS CON TITULACIONES AJENAS AL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO

| ANÁLISIS USABILIDAD DEL TALLER tablet-TIG: EFICIENCIA. Valor promedio 3,85 | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|
| PREGUNTA | Ing. Agrón. | Master Ing. | Grado Ing. Civil. | Grado Geog. | Media Ponderada |
| El número de ejercicios a realizar es suficiente para las horas de trabajo propuestas | 3,20 | 3,89 | 4,06 | 3,4 | 3,59 |
| Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados | 3,71 | 3,98 | 4,50 | 4,13 | 4,08 |
| Me ha dado tiempo a realizar los ejercicios planteados | 3,21 | 4,29 | 4,56 | 3,93 | 3,94 |
| Los tutoriales ofrecidos me han ayudado a ejecutar los Ejercicios | 4,00 | 3,65 | 4,17 | 3,20 | 3,76 |

Tabla 54. Eficiencia Taller.

La eficiencia del taller ofrece valores medios entre 3,59 (mínimo) y 4,08 (máximo) sobre la escala de Likert. La menor puntuación media se registra en el número de ejercicios planteados, aunque los alumnos manifiestan haberse sentido capaz de resolverlos. El taller quizá despierta más interés sobre el dispositivo que sobre los contenidos.

| ANÁLISIS USABILIDAD DEL TALLER tablet-TIG: SATISFACCIÓN. Valor promedio 4,51 | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|
| PREGUNTA | Ing. Agrón. | Master Ing. | Grado Ing. Civil. | Grado Geog. | Media Ponderada |
| El Taller realizado ¿te parece útil para la mejora de la orientación espacial? | 5,00 | 4,79 | 5,00 | 4,30 | 4,77 |
| ¿Crees que el Taller realizado cumple con la finalidad para la que ha sido planteado? | 4 | 4,23 | 4,78 | 3,67 | 4,15 |
| Estás satisfecho con la atención recibida por el profesor | 4,57 | 4,46 | 4,94 | 3,67 | 4,40 |
| ¿Crees adecuada la impartición de estos talleres para mejorar tus conocimientos en materia de cartografía? | 5,00 | 4,78 | 5,00 | 3,29 | 4,49 |
| ¿Crees adecuada la impartición de estos talleres para introducirse en el funcionamiento de un SIG? | 5,00 | 4,69 | 5,00 | 4,33 | 4,76 |

Tabla 55. Satisfacción Taller.

Las opiniones vertidas en la encuesta arrojan un alto grado de satisfacción del usuario respecto del taller tablet-TIG: se cumplen las expectativas (4,15). El alumno cree adecuada la impartición de este taller para mejorar sus conocimientos en materia de cartografía (4,49) así como para introducirse en el funcionamiento de los Sistemas de Información Geográfica (4,76).

7.3.5.2. Usabilidad del iPad para la consulta de información georeferenciada

En la tablas 56, 57 y 58 se muestran los resultados del análisis de usabilidad del iPad en parámetros de eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario:

| ANÁLISIS USABILIDAD DEL iPad: EFICACIA. Valor promedio 4,16 | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------------|----------------|--------------------|
| PREGUNTA | Ing. Agrón. | Master Ing. | Grado Ing. Civil. | Grado Geog. | Media Ponderada |
| La resolución de pantalla del iPad es muy buena | 4,62 | 4,78 | 4,94 | 4,07 | 4,58 |
| La iluminación de la pantalla es adecuada | 4,69 | 4,69 | 4,89 | 4,20 | 4,61 |
| La velocidad de procesamiento del iPad es adecuada | 3,93 | 4,58 | 4,61 | 3,73 | 3,80 |
| El funcionamiento del iPad en la consulta de información geográfica es estable, no se bloquea | 3,93 | 3,87 | 4,06 | 3,36 | 3,80 |
| La tecnología multi-touch funciona adecuadamente | 4,21 | 4,09 | 4,61 | 3,47 | 4,09 |
| El iPad es una herramienta potente en la búsqueda de información geográfica | 4,57 | 4,15 | 4,61 | 3,47 | 4,20 |
| He echado de menos el ratón | 1,93 | 1,89 | 1,94 | 1,67 | 1,85 |
| El manejo de información geográfica y cartografía con los iPad es muy fácil e intuitivo | 4,50 | 4,26 | 4,56 | 3,27 | 4,13 |
| El iPad me parece una herramienta potente en el ejercicio profesional | 4,43 | 3,98 | 4,56 | 3,33 | 4,08 |

Tabla 56. Eficacia Taller.

CAPITULO 7. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES: EXPERIENCIAS CON TITULACIONES
AJENAS AL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO

El iPad presenta una buena resolución (4,58) e iluminación (4,61) de la pantalla. Su velocidad de procesamiento es adecuada (3,80) y estable (no se bloquea): 3,80. Estos dos valores pueden variar en función de la recepción de la red wifi o 3G con la que se esté trabajando. En el caso del taller tablet-TIG la red presentó algunos problemas.

Respecto al manejo de cartografía e información geográfica y cartográfica con el iPad los alumnos consideran que es fácil e intuitivo (4,13). A este respecto manifiestan no haber echado de menos al ratón (valor que no contabiliza en el valor promedio del taller dado que el planteamiento de la pregunta recoge mejores valores de eficacia cuanto menor es la puntuación), y opinan que la tecnología multi-touch, los gestos a través de los cuales manejan la información, funciona adecuadamente (4,09).

| ANÁLISIS USABILIDAD DEL iPad: EFICIENCIA. Valor promedio 4,02 | | | | | |
|--|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|
| PREGUNTA | Ing. Agrón. | Master Ing. | Grado Ing. Civil. | Grado Geog. | Media Ponderada |
| El iPad es una herramienta que proporciona una rápida respuesta en la búsqueda de información georeferenciada. | 4,36 | 4,67 | 4,56 | 3,80 | 4,31 |
| Los cambios de escala (zoom) se suceden con continuidad, sin saltos. | 3,93 | 3,45 | 4,22 | 3,21 | 3,73 |
| La continuidad en el arrastre de imágenes me ayuda a orientarme. | 4,21 | 3,98 | 4,56 | 3,47 | 4,06 |
| La posibilidad de consulta inmediata de información geográfica en cualquier momento y lugar es una gran ventaja. | 4,38 | 4,65 | 4,72 | 4,20 | 4,46 |
| Es más sencilla la consulta de mapas con un iPad que con un PC. | 4,08 | 4,35 | 4,28 | 3,00 | 3,88 |
| Es más sencilla la exploración de mapas con un iPad que con un PC. | 4,29 | 4,01 | 4,44 | 3,13 | 3,96 |
| La exploración con Street View es continua, sin saltos. | 3,62 | 3,67 | 4,11 | 3,07 | 3,60 |

Tabla 57. Eficiencia iPad.

La eficiencia del iPad en la consulta de información geográfica y cartográfica es alta. La población encuestada opina que ofrece una rápida respuesta en la búsqueda de información georeferenciada (4,31), además de disponer de la posibilidad de poder hacerlo en cualquier momento y lugar, lo que supone una gran ventaja (4,46). Este tipo de información, en especial la información cartográfica, que suele requerir de un potente software y hardware para su visualización, se sucede de forma continua, sin saltos ni interrupciones (3,73). Esta continuidad en el arrastre de imágenes facilita, según los alumnos, las tareas de orientación (4,06). Destacar que todas las titulaciones encuestadas están de acuerdo con la afirmación de que es más sencilla la consulta de mapas y la exploración de mapas con un iPad que con un PC (con valores superiores a 4,00), excepto los estudiantes del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, que dicen no estar de acuerdo ni en desacuerdo con esta afirmación (3,00 y 3,13 respectivamente)

| ANÁLISIS USABILIDAD DEL iPad: SATISFACCIÓN. Valor promedio 4,29 | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|
| PREGUNTA | Ing. Agrón. | Master Ing. | Grado Ing. Civil. | Grado Geog. | Media Ponderada |
| Es fácil aprender a utilizar el iPad | 4,43 | 4,69 | 4,78 | 4,13 | 4,48 |
| Estoy satisfecho con el funcionamiento del iPad | 4,46 | 4,79 | 4,56 | 3,73 | 4,34 |
| Recomendaría el iPad a un amigo | 4,36 | 4,26 | 4,72 | 3,80 | 4,28 |
| El iPad hace lo que le pido | 4,23 | 4,35 | 4,33 | 3,53 | 4,08 |
| El iPad es muy agradable de utilizar | 4,36 | 4,68 | 4,61 | 3,60 | 4,27 |

Tabla 58. Satisfacción iPad.

Las opiniones de los estudiantes sobre la satisfacción del usuario con el dispositivo son concluyentes. Consideran que es fácil el manejo del iPad (4,48) y que funciona satisfactoriamente (4,34). El iPad responde a las expectativas, ofreciendo un agradable entorno de trabajo (4,27).

7.3.5.3. Usabilidad del los geoportales bajo soporte iPad (geoApps).

En este análisis de usabilidad es importante destacar el hecho de que la Infraestructura de Datos Espaciales no estuvo plenamente operativa hasta enero de 2011, coincidiendo con la celebración del taller Tablet-TIG con los alumnos del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio. En la tabla 59,60 y 61 se muestran los resultados del análisis de usabilidad del taller de las aplicaciones geoespaciales utilizadas en parámetros de eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario:

| ANÁLISIS USABILIDAD geoApps: EFICACIA. Valor promedio 3,62 | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------------|-------------|-----------------|
| PREGUNTA | Ing. Agrón. | Master Ing. | Grado Ing. Civil. | Grado Geog. | Media Ponderada |
| La IDE funciona correctamente bajo soporte iPad | 1,08 | 1,02 | 1,11 | 3,40 | 1,72 |
| Google Earth funciona correctamente bajo soporte iPad | 4,21 | 4,68 | 4,61 | 4,07 | 4,35 |
| Google Maps funciona correctamente bajo soporte iPad | 4,07 | 4,26 | 4,11 | 4,00 | 4,09 |
| La aplicación Mapas funciona correctamente bajo soporte iPad | 4,14 | 4,77 | 4,67 | 3,86 | 4,30 |

Tabla 59. Eficacia geoApps.

La eficacia de los Virtual Globes (Google Earth, Google Maps y Aplicación Mapas) es alta, en función de las respuestas de los alumnos, con valores entre 3,86 y 4,61. Destacan las bajas calificaciones de los alumnos de Ingeniería Agronómica, Master en Ingeniería y Grado en Ingeniería Civil, sobre la eficacia de la Infraestructura de Datos Espaciales, afirmando que no funciona correctamente bajo soporte iPad, con valores entre 1,02 y 1,08. Esto se debe a que la IDE no estuvo plenamente operativa hasta enero de 2011, fecha posterior a la celebración de estos talleres. El taller con los alumnos del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio se realizó en febrero de 2011, por lo que la IDE ya sí estaba operativa para iPad, como queda reflejado en los resultados obtenidos para este grupo en la encuesta (3,40).

CAPITULO 7. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES: EXPERIENCIAS CON TITULACIONES
AJENAS AL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO

| ANÁLISIS USABILIDAD geoApps: EFICIENCIA. Valor promedio 3,50 | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------------|----------------|--------------------|
| PREGUNTA | Ing. Agrón. | Master Ing. | Grado Ing. Civil. | Grado Geog. | Media Ponderada |
| Accedo rápidamente a la información geográfica en la IDE con el iPad | 1,21 | 1,09 | 1,50 | 3,33 | 1,72 |
| Accedo rápidamente a la información geográfica en Google earth con el iPad | 4,00 | 4,16 | 4,53 | 3,73 | 4,09 |
| Accedo rápidamente a la información geográfica en Google Maps con el iPad | 4,14 | 4,21 | 4,19 | 3,73 | 4,05 |
| Accedo rápidamente a la información geográfica en la aplicación Mapas con el iPad | 4,21 | 4,12 | 4,50 | 3,73 | 4,14 |

Tabla 60. Eficiencia geoApps.

Los valores registrados sobre la eficiencia de los Virtual Globes (Google Earth, Google Maps y Aplicación Mapas) es también alta, en función de las respuestas de los alumnos, con valores entre 3,73 y 4,50. Como en el caso anterior, y por el mismo motivo, destacan las bajas calificaciones de los alumnos de Ingeniería Agronómica, Master en Ingeniería y Grado en Ingeniería Civil, sobre la eficiencia de la Infraestructura de Datos Espaciales bajo soporte iPad, con valores entre 1,09 y 1,50, en contraste con los alumnos del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio: 3,33.

| ANÁLISIS USABILIDAD geoApps: SATISFACCIÓN. Valor promedio 4,24 | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------------|----------------|--------------------|
| PREGUNTA | Ing. Agrón. | Master Ing. | Grado Ing. Civil. | Grado Geog. | Media Ponderada |
| Los contenidos de información geográfica en la IDE cumplen mis expectativas | 5,00 | 3,23 | 1,67 | 4,43 | 3,68 |
| Los contenidos de información geográfica en Google Earth cumplen mis expectativas | 4,33 | 4,21 | 5,00 | 4,14 | 4,43 |
| Los contenidos de información geográfica en Google maps cumplen mis expectativas | 4,71 | 4,45 | 4,33 | 3,86 | 4,33 |
| Los contenidos de información geográfica en la aplicación Mapas cumplen mis expectativas | 4,69 | 4,41 | 5,00 | 3,93 | 4,51 |

Tabla 61. Satisfacción geoApps.

Las geoaplicaciones utilizadas en el taller alcanzan un alto grado de satisfacción. Incluso la Infraestructura de Datos Espaciales, aún estando plenamente operativa solo para los alumnos del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, registra un alto índice de satisfacción (3,68): aunque no funcionase del todo bien, el alumno al visualizar los menús y la base de datos geoespacial asociados a la IDE percibe que satisface sus necesidades de información gráfica, cartográfica y temática.

CAPÍTULO 8. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES. EXPERIENCIAS CON TITULACIONES DEL ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO.

8.1. Introducción

Se han desarrollado, con los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval, en las titulaciones de Grado en Ingeniería Marina, Ingeniería en Radioelectrónica Naval e Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo tres talleres (tabla 62):

| CRONOLOGÍA TALLERES ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE MÁQUINAS, NÁUTICA Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL. UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA | | | | | | |
|--|-----------------|---------------------------------|---|--------------------------|-------------------------|---|
| TALLER | Curso académico | Número de alumnos participantes | Titulaciones | TEST | | |
| | | | | Mental Rotation Test MRT | DAT-SRS Aptitude Subset | Differential Orientation Taking Spatial Orientation |
| Taller IDE. | 2011-2012 | 38 | Grado en Ingeniería Marina, Ingeniería en Radioelectrónica Naval e Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo | x | x | x |
| Taller tablet-TIG | 2010-2011 | 13 | | x | x | x |
| Taller Modelado 3D | 2010-2011 | 26 | | x | x | x |

Tabla 62. Cronograma Talleres

8.2. Taller IDE

Se desarrolla con alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna.

Para este colectivo, como se comprobó en el capítulo 5, la infraestructura de datos espaciales es una gran desconocida: un 85,99% de la población encuestada afirmó no haberla utilizado nunca, aunque por otro lado un 93,02% manifestó

interés en participar en talleres de mejora de las habilidades espaciales basado en esta plataforma (IDE).

8.2.1. Objetivos

El estudio piloto se diseña al objeto de comprobar si el concurso de nuevas Tecnologías de la Información Geográfica como las Infraestructuras de Datos Espaciales desarrolla las habilidades espaciales de los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna. Se realiza, a su vez, un análisis de usabilidad en relación a la metodología y contenidos desarrollados.

8.2.2. Hipótesis de trabajo

Las hipótesis de trabajo de las que se parte son:

- Un taller de corta duración utilizando Infraestructuras de Datos Espaciales es una herramienta válida para el objetivo de mejorar las habilidades espaciales, y en concreto de la Orientación Espacial.
- El alumno va a responder positivamente al empleo de nuevas herramientas tecnológicas de aprendizaje: Taller IDE.

Para poder validar las hipótesis de trabajo se diseñan una serie de ejercicios prácticos a realizar con los alumnos. Se fijará una hipótesis nula (H_0) y se validará o no la suposición a través de métodos de inferencia estadística. Se aportan, a su vez, datos de encuestas de satisfacción para confirmar la segunda hipótesis.

8.2.3. Metodología

Participantes

En la prueba ha participado una población de treinta y ocho estudiantes voluntarios correspondientes al primer curso de las titulaciones de Grado en Ingeniería Marina, Ingeniería en Radioelectrónica Naval e Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo, distribuidos en una población de veintinueve hombres y nueve mujeres.

| PARTICIPANTES EN EL TALLER I.D.E. | | | |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------------|---|
| TALLER I.D.E. | Curso académico | Número de alumnos participantes | Titulación |
| | 2011-2012 | 29 hombre | Grado en Ingeniería Marina, Ingeniería en Radioelectrónica Naval e Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo |
| | | 9 mujeres | |

Tabla 63. Participantes Taller IDE.

Hardware y Software

El taller se ha desarrollado sobre ordenadores Pentium IV a 2.80 GHz y 512 Mb de RAM, con sistema operativo Windows XP, en el aula de informática del Departamento de Expresión Gráfica en Arquitectura e Ingeniería.

En el momento de la prueba, como se comentó en el capítulo 4 de esta tesis, no se encontraban operativas las Infraestructuras de Datos Espaciales relacionadas con el ámbito náutico marítimo: el visor del Instituto Español de Oceanografía y el Repositorio de Datos Marinos Integrados de Canarias. Al tratarse de información geoespacial en el mismo formato que el de la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias se eligió esta plataforma para la impartición del taller, pues el interface, comandos y modo de funcionamiento es el mismo.

Medición de las habilidades espaciales

Cada participante realiza los tres test de medición de habilidades espaciales: el Mental Rotation Test, el Differential Aptitude Test – Spatial Rotation Subset (DAT-SR5) y el Perspective Taking / Spatial Orientation Test.

8.2.4. Análisis de datos y resultados

Para dar respuesta a la primera hipótesis planteada (un taller de corta duración utilizando Infraestructuras de Datos Espaciales es una herramienta válida para el objetivo de mejorar las habilidades espaciales, y en concreto de la Orientación Espacial), antes y después de la realización del taller se evaluaron las capacidades espaciales de los estudiantes. De este modo se pueden evaluar los resultados de la prueba piloto sobre las habilidades espaciales de los alumnos.

En la tabla 64 se muestran las puntuaciones obtenidas y las ganancias medias para los test MRT, Perspective Taking/Spatial Orientation Test y DAT-SR5.

Recordar que la calificación del Perspective Taking/Spatial Orientation Test es la desviación en grados sexagesimales respecto de la respuesta correcta, razón por la cual a menor puntuación mayor acierto

| TEST | Mental Rotation Test | | | Persp. Tak/Spat. Orient. Test | | | Differential Aptitude Test | | |
|----------------|----------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------|----------------|
| | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) |
| Total n=38 | 20,34 (9,20) | 26,74 (8,72) | 6,40 (6,83) | 48,07 (22,46) | 32,69 (19,90) | 15,38 (14,85) | 28,95 (8,68) | 33,87 (8,48) | 4,92 (4,76) |
| Hombre n=29 | 21,48 (8,88) | 27,97 (8,66) | 6,49 (5,84) | 45,48 (21,79) | 28,65 (16,90) | 16,83 (13,53) | 29,17 (9,19) | 33,83 (9,30) | 4,66 (4,48) |
| Mujer n=9 | 16,67 (8,71) | 22,78 (7,07) | 6,11 (9,04) | 56,41 (21,31) | 45,69 (22,05) | 10,72 (16,99) | 28,22 (6,07) | 34,00 (4,11) | 5,78 (5,24) |

s.d.: desviación estándar. Gain: ganancia.

Tabla 64. Resultados pre y post taller.

Las ganancias medias resultaron de un 6,40 (s.d. 6,83) para el Mental Rotation Test (MRT), de un 15,38 (s.d. 14,85) para el Perspective Taking/Spatial

Orientation Test y de un 4,92 (s.d.4,76) para el Differential Aptitude Test (DAT-SR5). Al realizarse la prueba con alumnos de primer curso al comienzo del mismo y, por tanto, no haberse ejercitado con asignaturas de contenidos afines a los contemplados en la prueba, no se han encontrado diferencias significativas entre las tres titulaciones presentes en la población estudiada: Grado en Ingeniería Marina, Ingeniería en Radioelectrónica Naval e Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo.

Para el análisis estadístico se parte de la hipótesis nula (H_0): “los valores medios de habilidades espaciales no han variado después del curso”. Se aplica la prueba t-Student para series emparejadas (resultados de los test antes y después del curso) y se obtienen los *p-valores* que representan la probabilidad de que dicha afirmación sea cierta (Tabla 65).

| TEST | Mental Rotation Test | Persp. Tak/Spat. Orient. Test | Differential Aptitude Test |
|---------|----------------------|-------------------------------|----------------------------|
| p-valor | 0,0000006370 | 0,0000000950 | 0,0000000988 |

Tabla 65. Nivel de significación del Taller.

El nivel de significación no llega en ningún caso al 1%, 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.

Como respuesta a la primera hipótesis se confirma que existe un efecto del Taller IDE sobre el valor medio de las habilidades espaciales medidas por los test de Rotación Espacial (MRT), Orientación Espacial (Perspective Taking/Spatial Orientation Test) y Visión espacial (DAT-SR5); dicho efecto es el de aumentar las habilidades de los sujetos sometidos a entrenamiento.

Se observa, además, que las ganancias obtenidas en los test tienen un aumento similar por género, excepto en el caso del Perspective Taking/Spatial Orientation Test, donde el aumento es mayor en hombres que en mujeres (Tabla 66).

| Ganancias por género | Hombre | Mujer |
|--|---------------|--------------|
| Mental Rotation Test (MRT) | 6,49 | 6,11 |
| Spatial Orientation Test (Perspective Taking/Spatial Orientation Test) | 16,83 | 10,72 |
| Diferencial Aptitude Test (DAT-SR5) | 4,66 | 5,78 |

Tabla 66. Ganancias por género.

8.2.4.1. Comparación con resultados obtenidos en el taller IDE realizado entre titulaciones ajenas al ámbito náutico-marítimo.

En la tabla 67 se detallan los resultados obtenidos por el taller IDE:

| COMPARACIÓN DE RESULTADOS TALLER IDE | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-----------------|----------------|
| TEST | Mental Rotation Test | | | Persp. Tak/Spat. Orient. Test | | | Diferencial Aptitude Test | | |
| | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) |
| Escuela Técnica Superior de Náutica. n=38 | 20,34 (9,20) | 26,74 (8,72) | 6,40 (6,83) | 48,07 (22,46) | 32,69 (19,90) | 15,38 (14,85) | 28,95 (8,68) | 33,87 (8,48) | 4,92 (4,76) |
| Resto de titulaciones n=52 | 13,1 (5,83) | 17,46 (7,37) | 4,37 (5,73) | 50,36 (30,22) | 35,29 (28,27) | 15,06 (20,02) | 24,88 (8,09) | 32,96 (9,78) | 8,08 (6,81) |

Tabla 67. Comparativa resultados taller IDE.

Comparación por componentes:

- Relaciones espaciales: la ganancia obtenida por los alumnos de la escuela de náutica (6,40) es algo superior a la del resto de titulaciones (4,37). Los valores medios de la componente de relaciones espaciales para estos alumnos son superiores también al del resto de titulaciones.
- Visión espacial: en este caso los dos grupos ofrecen valores promedio similares de esta componente, aunque el resto de titulaciones obtiene mayor ganancia: 8,80 frente a 4,92.
- Orientación espacial: los valores promedio y la ganancia obtenida es muy similar en ambos casos (15,38 y 15,06)

Ganancias obtenidas por género (tabla 68):

| GANANCIAS POR GÉNERO | | Mental Rotation Test (MRT) | Persp. Tak/Spat. Orient. Test | Differential Aptitude Test (DAT-SR5) |
|----------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Hombres n=60 | Esc. Náutica n=29 | 6,49 | 16,83 | 4,66 |
| | Resto titulaciones n=31 | 4,42 | 17,56 | 7,94 |
| Mujeres n=30 | Esc. Náutica n=9 | 6,11 | 10,72 | 5,78 |
| | Resto titulaciones n=21 | 4,29 | 11,38 | 8,29 |

Tabla 68. Comparativa ganancias por género.

Comparando por género no se observan grandes diferencias entre los dos colectivos. Para la componente de orientación espacial, los valores de ganancia por género son muy parecidos.

8.2.5. Resultados de usabilidad

El análisis de usabilidad se aborda desde un doble enfoque:

- Usabilidad del taller
- Usabilidad de los geoportales

8.2.5.1. Resultados de usabilidad del taller IDE

Al objeto de poder realizar una comparación, el análisis de usabilidad de este taller se realiza bajo el mismo planteamiento y, por tanto, con la misma encuesta que para el taller celebrado en titulaciones ajenas al ámbito náutico-marítimo.

Los resultados se muestran, al igual que el caso de titulaciones ajenas al ámbito náutico-marítimo, en función de la escala de Likert (1: totalmente en desacuerdo; 5 Totalmente de acuerdo):

| EFICACIA. Valor promedio 4,37 sobre 5,00 | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|----|----|-------|------|--|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. | |
| 1 | El contenido teórico del Taller IDE está bien estructurado | 0 | 0 | 3 | 17 | 18 | 4,39 | 1,07 | |
| 2 | El contenido práctico del Taller IDE está bien estructurado | 0 | 0 | 1 | 19 | 18 | 4,45 | 0,54 | |
| 3 | Los ejercicios propuestos se adecúan a los contenidos de la IDE | 0 | 0 | 1 | 19 | 18 | 4,45 | 0,55 | |
| 4 | Los ejercicios propuestos se plantean de forma clara | 0 | 2 | 4 | 15 | 17 | 4,24 | 0,83 | |
| 5 | Es sencillo acceder a los materiales del Taller IDE | 0 | 0 | 4 | 18 | 16 | 4,37 | 0,66 | |

Tabla 69. Medida de la usabilidad del taller: eficacia

Los contenidos tanto teóricos como prácticos del Taller IDE han sido muy bien valorados (4,39 y 4,45 respectivamente). El estudiante accede con sencillez a los materiales del Taller IDE (4,37) y trabaja con unos ejercicios adecuados a las potencialidades de la plataforma (4,45) que además encuentra bien planteados (4,24). El valor promedio de eficacia es alto: 4,37.

CAPITULO 8. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES: EXPERIENCIAS CON TITULACIONES DEL
ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO

| EFICIENCIA. Valor promedio 4,36 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|----|----|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 6 | El número de ejercicios es suficiente para las horas de trabajo propuestas | 0 | 1 | 2 | 22 | 13 | 4,24 | 0,67 |
| 7 | Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados | 0 | 0 | 4 | 14 | 20 | 4,42 | 0,68 |
| 8 | Me ha dado tiempo a resolver los ejercicios propuestos | 0 | 1 | 2 | 18 | 17 | 4,34 | 0,70 |
| 9 | El nivel de dificultad de los ejercicios planteados en el Taller IDE ha sido adecuado | 0 | 0 | 3 | 20 | 15 | 4,32 | 0,62 |
| 10 | Con este Taller IDE he asimilado rápidamente el funcionamiento de la IDE | 0 | 1 | 0 | 16 | 21 | 4,50 | 0,64 |

Tabla 70. Medida de la usabilidad del taller: eficiencia

Los contenidos del Taller IDE son eficientes: permiten realizar las tareas para las que ha sido diseñado: los participantes se han sentido capaces de hacer los ejercicios propuestos (4,42) dentro del tiempo del que han dispuesto (4,34). El valor de eficiencia del taller es de 4,36.

| SATISFACCIÓN. Valor promedio 4,21 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|---|---|---|----|----|----|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 11 | El Taller IDE ofrece un contenido útil | 0 | 0 | 1 | 10 | 27 | 4,68 | 0,53 |
| 12 | El Taller IDE me ha ayudado a comprender mejor el concepto de escala de un plano | 0 | 0 | 8 | 18 | 12 | 4,11 | 0,72 |
| 13 | Ahora interpreto mejor el relieve tanto en 2d como en 3d | 1 | 0 | 10 | 14 | 13 | 4,00 | 0,92 |
| 14 | Ahora comprendo mejor el concepto de coordenadas (tanto coordenadas geográficas Longitud y Latitud como coordenadas U.T.M.) | 0 | 2 | 12 | 17 | 7 | 3,76 | 0,78 |
| 15 | En términos generales, estoy satisfecho con el Taller IDE | 1 | 1 | 0 | 13 | 23 | 4,47 | 0,85 |

Tabla 71. Medida de la usabilidad del taller: satisfacción

Existe un alto grado de satisfacción del usuario respecto del Taller IDE según las respuestas vertidas en la encuesta. El alumno opina que le ha ayudado a asimilar conceptos tales como la escala (4,11) y los diferentes sistemas de coordenadas empleados en cartografía (3,76). Percibe, a su vez, que interpreta mejor el relieve

ayudándose de los distintos formatos de visualización que ofrece la Infraestructura de Datos Espaciales (4,00).

Las puntuaciones obtenidas sobre el grado de satisfacción general del Taller IDE (4.47) así como de la utilidad del mismo (4.68) son indicadoras de la medida de la satisfacción general del usuario, quedando la medida de la satisfacción en un 4,21 de puntuación media.

8.2.5.2. Resultados de Usabilidad del Geoportal de Infraestructura de Datos Espaciales

Como en el caso anterior, y para poder establecer comparaciones, el análisis de usabilidad de la IDE en este taller se realiza bajo el mismo planteamiento y, por tanto, con la misma encuesta que para el taller celebrado en titulaciones ajenas al ámbito náutico-marítimo.

| EFICACIA. Valor promedio: 3,97 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|---|--|---|---|----|----|----|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 1 | El manejo de Cartografía con la IDE es fácil e intuitivo | 0 | 0 | 4 | 17 | 17 | 4,34 | 0,66 |
| 2 | La IDE es una potente herramienta en la búsqueda de información geográfica georeferenciada | 0 | 0 | 3 | 15 | 20 | 4,45 | 0,64 |
| 3 | El funcionamiento de la IDE es estable, no se bloquea | 1 | 1 | 15 | 16 | 5 | 3,61 | 0,90 |
| 4 | El acceso a la Información geográfica es totalmente libre y gratuito | 2 | 1 | 10 | 18 | 7 | 3,71 | 0,97 |
| 5 | En la consulta de información no se producen errores | 0 | 2 | 14 | 14 | 8 | 3,74 | 0,80 |

Tabla 72. Medida de la usabilidad de la IDE Canarias. Eficacia

Los alumnos acceden a la cartografía de manera fácil e intuitiva (4,34). La IDE cumple con los objetivos de búsqueda y recuperación de información geográfica georeferenciada (4,45) y comprueba que es un sistema de acceso totalmente libre (3,71).

CAPITULO 8. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES: EXPERIENCIAS CON TITULACIONES DEL
ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO

| EFICIENCIA. Valor promedio: 4,24 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|----|----|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 6 | Me ha resultado fácil y rápida la consulta de mapas, orotofotos y datos temáticos | 0 | 0 | 1 | 20 | 17 | 4,42 | 0,55 |
| 7 | Me ha resultado fácil y rápido generar cartografía temática | 0 | 2 | 5 | 20 | 11 | 4,05 | 0,80 |
| 8 | Me ha resultado fácil y rápido medir distancias y superficies | 0 | 0 | 0 | 14 | 24 | 4,63 | 0,57 |
| 9 | La velocidad de respuesta de Cartografía de la IDE es adecuada | 0 | 1 | 4 | 23 | 10 | 4,11 | 0,69 |
| 10 | La velocidad de respuesta de datos temáticos de la IDE es adecuada | 0 | 2 | 6 | 20 | 10 | 4,00 | 0,80 |

Tabla 73. Medida de la usabilidad de la IDECanarias. Eficiencia

El nivel medio de eficiencia de la IDE es alto: 4,24. El alumno realiza rápidamente las tareas de consulta y edición de información cartográfica (4,11) y temática (4,00). La generación de cartografía temática se desarrolla de una manera fácil y rápida (4,05)

| SATISFACCIÓN. Valor promedio: 4,36 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|----|----|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 11 | Creo que la IDE es una potente herramienta para mi desarrollo como estudiante | 0 | 1 | 3 | 19 | 15 | 4,26 | 0,72 |
| 12 | Creo que la IDE es una potente herramienta para mi desarrollo como profesional | 0 | 1 | 2 | 19 | 16 | 4,32 | 0,69 |
| 13 | Creo que seré mejor profesional manejando Infraestructuras de datos espaciales | 0 | 1 | 3 | 19 | 15 | 4,26 | 0,72 |
| 14 | Estoy satisfecho con el funcionamiento de la IDE | 0 | 0 | 2 | 19 | 17 | 4,39 | 0,59 |
| 15 | Es fácil y rápido aprender a utilizar la IDE | 0 | 0 | 1 | 14 | 23 | 4,58 | 0,55 |

Tabla 74. Medida de la usabilidad de la IDECanarias. Satisfacción

La IDE registra un alto grado de satisfacción (4,26) entre los alumnos participantes: opinan que es una herramienta potente tanto de aprendizaje (4,26) como de ejercicio profesional (4,32).

8.2.6. Cuestionario sobre las Infraestructuras de Datos Espaciales relacionadas con el ámbito náutico-marítimo

A pesar de que la Infraestructura de Datos Espaciales del Instituto Español de Oceanografía y del Repositorio de datos marinos integrados de Canarias no estaban plenamente operativos al celebrarse el taller, los alumnos pudieron acceder a estos servicios y, aunque no practicar, sí comprobar las potencialidades que ofrecen sus contenidos.

Se realizó una breve encuesta de opinión para recoger el sentir de los alumnos sobre estas plataformas (Tabla 75):

| ENCUESTA DE OPINIÓN. Valor promedio: 4,58 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|----|----|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 1 | El resto de IDEs relacionadas con el ámbito marino que has visto en el taller (cuando estén funcionando sin errores): ¿Te parecen interesantes para tu carrera universitaria? | 0 | 0 | 1 | 9 | 28 | 4,71 | 0,52 |
| 2 | El resto de IDEs relacionadas con el ámbito marino que has visto en el taller (cuando estén funcionando sin errores): ¿Te parecen interesantes para el ejercicio de tu profesión? | 0 | 0 | 2 | 11 | 25 | 4,61 | 0,59 |
| 3 | El resto de IDEs relacionadas con el ámbito marino que has visto en el taller (cuando estén funcionando sin errores): ¿Crees que sería interesante incorporarlas en el plan de estudios de tu titulación? | 0 | 1 | 3 | 13 | 21 | 4,42 | 0,75 |
| 4 | El resto de IDEs relacionadas con el ámbito marino que has visto en el taller (cuando estén funcionando sin errores): ¿Crees que te ayudarían para documentar trabajos en tu carrera universitaria? | 0 | 0 | 2 | 11 | 25 | 4,61 | 0,59 |
| 5 | El resto de IDEs relacionadas con el ámbito marino que has visto en el taller (cuando estén funcionando sin errores): ¿Crees que te ayudarían para hacer, por ejemplo, un trabajo fin de carrera? | 0 | 0 | 3 | 10 | 25 | 4,58 | 0,64 |

Tabla 75. Encuesta de opinión IDEs relacionadas con el ámbito náutico-marítimo

La encuesta de opinión desvela el alto índice de aceptación (4,58) que registran las IDEs relacionadas con el ámbito náutico-marítimo. Los alumnos opinan que les parecen interesantes para su carrera universitaria (4,71) e interesantes para el ejercicio de su profesión (4,61).

Desde el punto de vista de planificación académica, la incorporación de las IDEs náuticas en la docencia recoge un alto grado de acogida (4,42). Los alumnos

creen que les ayudaría a documentar trabajos de clase (4,61) y a realizar trabajos fin de carrera (4,58).

8.2.7. Comparación con los resultados de usabilidad recogidos entre estudiantes de titulaciones ajenas al ámbito náutico-marítimo

En la tabla 76 se comparan los valores promedio de los análisis de usabilidad llevados a cabo entre las titulaciones de la Escuela Técnica Superior de Náutica y Radioelectrónica Naval y el resto de titulaciones participantes en el taller IDE.

| VALORES PROMEDIO COMPARADOS DEL ANÁLISIS DE USABILIDAD | | Eficacia | Eficiencia | Satisfacción |
|--|----------------------------|----------|------------|--------------|
| Taller IDE | Esc. Náutica n=38 | 4,37 | 4,36 | 4,21 |
| | Resto titulaciones n=52 | 4,30 | 3,97 | 4,20 |
| IDE | Esc. Náutica n=38 | 3,97 | 4,24 | 4,36 |
| | Resto titulaciones n=52 | 4,19 | 4,08 | 4,45 |

Tabla 76. Comparativa resultados usabilidad

- En lo referente al taller IDE, los alumnos de náutica lo encontraron más eficiente que el resto de titulaciones. Esta diferencia puede ser debida a la incidencia con la red de internet que se produjo durante el desarrollo del taller con los alumnos de titulaciones ajenas al ámbito náutico marítimo. El resto de valores indicadores no arrojan grandes diferencias.

- Respecto a la IDE, los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica y Radioelectrónica Naval la encontraron algo menos eficaz que el resto de titulaciones, aunque por estrecho margen. Podría ser debido a que los alumnos que estudian cuestiones relacionadas con el ámbito marítimo no encuentran en la IDECanaria tantos recursos de utilidad como el resto de titulaciones, que se desenvuelven en un ámbito de costas adentro. Sobre este particular, destacar el alto grado de interés registrado por los alumnos acerca de las IDEs relacionadas con un ámbito más afín a su profesión: la IDE del Instituto Español de Oceanografía y el visor del Repositorio de datos marinos integrados de Canarias, dato recogido en la encuesta de opinión (tabla 75).

8.3. Taller Tablet-TIG

8.3.1. Objetivos

Comprobar si un taller sobre Tecnologías de Información Geográfica en soporte iPad desarrolla las habilidades espaciales de los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval. Realizar análisis de usabilidad del taller, del soporte (iPad) y de las aplicaciones geoespaciales utilizadas.

8.3.2. Hipótesis de trabajo

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

- Un taller de corta duración utilizando Tecnologías de Información Geográfica en soporte iPad es una herramienta válida para el objetivo de mejorar la Orientación Espacial.
- El alumno va a responder positivamente al empleo de nuevas herramientas tecnológicas de aprendizaje: Taller Tablet-TIG y soporte iPad.

Para poder validar las hipótesis de trabajo se diseñan una serie de ejercicios prácticos a realizar con los alumnos. Se fijará una hipótesis nula (H_0) y se validará o no la suposición a través de métodos de inferencia estadística. Se aportan, a su vez, datos de encuestas de satisfacción que ayudan a confirmar la segunda hipótesis.

8.3.3. Metodología

Participantes

En la prueba ha participado una población de trece estudiantes voluntarios correspondientes al primer curso de las titulaciones de Grado en Ingeniería Marina, Ingeniería en Radioelectrónica Naval e Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo, distribuidos en una población de doce hombres y una mujer. Esta distribución impide separar resultados por género.

Hardware y Software

El taller se ha desarrollado sobre dispositivos de pantalla táctil iPad: 8 unidades iPad1 y 5 unidades iPad2, en aulas de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna. En el taller se trabaja con las aplicaciones de Virtual Globes Google Earth, Google Maps, aplicación Mapas e Infraestructura de Datos Espaciales.

8.3.4. Análisis de datos y resultados

Es conveniente recordar que la calificación del Perspective Taking/Spatial Orientation Test es la desviación en grados sexagesimales respecto de la respuesta correcta, razón por la cual a menor puntuación mayor acierto.

| TEST | Persp. Tak/Spat. Orient. Test | | |
|-------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| | Pre (s.d.) | Post. (s.d.) | Gain (s.d.) |
| Total | 32,70 | 21,64 | 11,06 |
| n=13 | (17,11) | (10,93) | (11,26) |

s.d.: desviación estándar. Gain: ganancia.

Tabla 77. Resultados pre y post taller.

La ganancia media resultó de 11,06 para el Perspective Taking/Spatial Orientation Test. Como en el taller IDE, al realizarse la prueba con alumnos de primer curso al comienzo del mismo y, por tanto, no haberse ejercitado con asignaturas de contenidos afines a los contemplados en la prueba, no se han encontrado diferencias significativas entre las titulaciones presentes en la población estudiada.

Para el análisis estadístico se parte de la hipótesis nula (H_0): “los valores medios de orientación espacial no han variado después del curso”. Se aplica la prueba t-Student para series emparejadas (resultados de los test antes y después del curso) y se obtienen los *p-valores* que representan la probabilidad de que dicha afirmación sea cierta. Tabla 78.

| TEST | Perspective Taking Spatial Orientation Test |
|----------------|---|
| <i>p-valor</i> | 0,0026234 |

Tabla 78. Nivel de significación.

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

Como respuesta a la primera hipótesis se confirma que existe un efecto del taller Tablet TIG sobre el valor medio de la orientación espacial (Perspective Taking Spatial Orientation Test); dicho efecto es el de aumentar la capacidad de orientación espacial de los sujetos sometidos a entrenamiento.

8.3.4.1. Comparación con resultados obtenidos en el taller IDE realizado entre titulaciones ajenas al ámbito náutico-marítimo.

En la tabla 79 se detallan los resultados obtenidos por el taller Tablet-TIG:

| COMPARACIÓN DE RESULTADOS TALLER tablet-TIG | | | |
|--|-------------------------------|------------------|------------------|
| TEST | Persp. Tak/Spat. Orient. Test | | |
| | Pre (s.d.) | Post (s.d.) | Gain (s.d.) |
| Escuela Técnica Superior de Náutica. n=13 | 32,70 (17,11) | 21,64 (10,93) | 11,06 (11,26) |
| Resto de titulaciones n=54 | 46,37 (24,49) | 28,16 (18,97) | 18,22 (16,53) |

s.d.: desviación estándar. Gain: ganancia.

Tabla 79. Resultados pre y post taller.

Los estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval presentan unos mejores valores promedio de orientación espacial, tanto antes como después del test, aunque la ganancia obtenida tras la

consecución del mismo es algo inferior: 18,22 frente a 11,06.

8.3.5. Resultados de usabilidad del taller tablet-TIG.

Se realiza un estudio de usabilidad abarcando tres aspectos: taller tablet-TIG, dispositivo (iPad) y Tecnologías de Información Geográfica utilizadas (Geoportales).

8.3.5.1. Usabilidad del taller tablet-TIG

| EFICACIA. Valor promedio 4,11 o sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|----|---|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 1 | La estructura del Taller está bien diseñada para familiarizarse con un nuevo entorno de acceso a información | 0 | 0 | 0 | 8 | 5 | 4,38 | 0,71 |
| 2 | La estructura del Taller en torno a diferentes SIG es adecuada | 0 | 0 | 0 | 10 | 2 | 3,85 | 0,38 |
| 3 | Los materiales del Taller (Ipad, Wifi, Fuentes consultadas) son suficientes para asimilar contenidos | 0 | 2 | 1 | 5 | 5 | 4,00 | 1,08 |
| 4 | Las explicaciones del profesor responden a las consultas planteadas | 0 | 0 | 0 | 10 | 3 | 4,23 | 0,38 |
| 5 | Los tutoriales han sido claros y adecuados a los contenidos del taller | 0 | 0 | 1 | 10 | 2 | 4,08 | 0,49 |

Tabla 80. Medida de la usabilidad del taller: eficacia

El valor promedio de la eficacia del taller es de 4,11. La estructura y los materiales han sido bien valores de 4,38 y 4,00. Las explicaciones impartidas por el profesor y los tutoriales registran valores de 4,23 y 4,08.

| EFICIENCIA. Valor promedio 4,06 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|----|---|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 6 | El número de ejercicios a realizar es suficiente para las horas de trabajo propuestas | 0 | 1 | 2 | 10 | 0 | 3,69 | 0,63 |
| 7 | Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados | 0 | 1 | 1 | 4 | 7 | 4,31 | 0,94 |
| 8 | Me ha dado tiempo a realizar los ejercicios planteados | 0 | 0 | 1 | 5 | 7 | 4,46 | 0,67 |
| 9 | Los tutoriales ofrecidos me han ayudado a ejecutar los Ejercicios | 0 | 1 | 2 | 9 | 1 | 3,77 | 0,49 |

Tabla 81. Medida de la usabilidad del taller: eficiencia

La eficiencia del taller alcanza un 4,06 sobre 5,00. El alumno se ha sentido capaz de resolver los ejercicios (4,31) y le ha dado tiempo a resolverlos (4,46).

| SATISFACCIÓN. Valor promedio 4,40 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|----|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 10 | El Taller realizado ¿te parece útil para la mejora de la orientación espacial? | 0 | 0 | 1 | 5 | 6 | 4,08 | 0,67 |
| 11 | ¿Crees que el Taller realizado cumple con la finalidad para la que ha sido planteado? | 0 | 0 | 2 | 7 | 4 | 4,15 | 0,69 |
| 12 | Estás satisfecho con la atención recibida por el profesor | 0 | 0 | 0 | 6 | 7 | 4,54 | 0,52 |
| 13 | ¿Crees adecuada la impartición de estos talleres para mejorar tus conocimientos en materia de cartografía? | 0 | 0 | 0 | 7 | 6 | 4,46 | 0,52 |
| 14 | ¿Crees adecuada la impartición de estos talleres para introducirse en el funcionamiento de un SIG? | 0 | 0 | 0 | 3 | 10 | 4,77 | 0,45 |

Tabla 82. Medida de la usabilidad del taller: satisfacción

El taller Tablet-TIG alcanza un alto grado de satisfacción del usuario (4,40). Todos los valores están por encima del 4,00: se percibe un alto nivel de aceptación por parte del alumno.

8.3.5.2. Usabilidad del iPad para la consulta de información georeferenciada.

| EFICACIA. Valor promedio 4,18 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|----|---|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 1 | La resolución de pantalla del iPad es muy buena | 0 | 0 | 1 | 5 | 7 | 4,46 | 0,66 |
| 2 | La iluminación de la pantalla es adecuada | 0 | 0 | 0 | 5 | 8 | 4,62 | 0,51 |
| 3 | La velocidad de procesamiento del iPad es adecuada | 0 | 1 | 1 | 8 | 3 | 4,00 | 0,81 |
| 4 | El funcionamiento del iPad en la consulta de información geográfica es estable, no se bloquea | 0 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3,31 | 0,98 |
| 5 | La tecnología multi-touch funciona adecuadamente | 0 | 0 | 1 | 9 | 3 | 4,15 | 0,60 |
| 6 | El iPad es una herramienta potente en la búsqueda de información geográfica | 0 | 0 | 1 | 8 | 4 | 4,23 | 0,62 |
| 7 | He echado de menos el ratón | 8 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1,77 | 1,16 |
| 8 | El manejo de información geográfica y cartografía con los iPad es muy fácil e intuitivo | 0 | 0 | 0 | 10 | 3 | 4,23 | 0,44 |
| 9 | El iPad me parece una herramienta potente en el ejercicio profesional | 0 | 0 | 2 | 3 | 8 | 4,46 | 0,78 |

Tabla 83. Medida de la usabilidad del taller: eficacia

Los estudiantes opinan que el iPad presenta una buena resolución (4,46) e iluminación (4,62) de la pantalla, factor muy importante en función de las condiciones de iluminación bajo las cuales se vaya a utilizar, por ejemplo, en el puente de mando de un buque o un submarino, o en una sala de máquinas. Aunque la velocidad de procesamiento es adecuada (4,00), la puntuación sobre estabilidad (no se bloquea) es menor: 3,31. Este valor, el único por debajo del promedio, se debe a una deficiente calidad de la red wifi en el aula donde se realizó el taller, con constantes interrupciones de cobertura.

El resto de las variables contempladas se encuentran todas por encima de 4,00: el taller es eficaz. Respecto al manejo de cartografía e información geográfica y cartográfica con el iPad los alumnos consideran que es fácil e intuitivo (4,23). A este respecto manifiestan no haber echado de menos al ratón (valor que no contabiliza en el valor promedio del taller dado que el planteamiento de la pregunta recoge mejores valores de eficacia cuanto menor es la puntuación), y opinan que la tecnología multi-touch, los gestos a través de los cuales manejan la información, funciona adecuadamente (4,15), a pesar de que ninguno de los asistentes había usado antes un iPad, y por lo tanto no estaban familiarizados con los gestos de la tecnología multi-touch.

| EFICIENCIA. Valor promedio 3,74 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 6 | El iPad es una herramienta que proporciona una rápida respuesta en la búsqueda de información georeferenciada. | 0 | 0 | 1 | 8 | 4 | 4,23 | 0,60 |
| 7 | Los cambios de escala (zoom) se suceden con continuidad, sin saltos. | 1 | 4 | 3 | 5 | 0 | 2,92 | 1,04 |
| 8 | La continuidad en el arrastre de imágenes me ayuda a orientarme. | 0 | 1 | 3 | 6 | 3 | 3,85 | 0,90 |
| 9 | La posibilidad de consulta inmediata de información geográfica en cualquier momento y lugar es una gran ventaja. | 0 | 0 | 1 | 9 | 3 | 4,15 | 0,60 |
| 10 | Es más sencilla la consulta de mapas con un iPad que con un PC. | 0 | 0 | 3 | 7 | 3 | 4,00 | 0,71 |
| 11 | Es más sencilla la exploración de mapas con un iPad que con un PC. | 0 | 0 | 5 | 5 | 3 | 3,85 | 0,90 |
| 12 | La exploración con Street View es continua, sin saltos. | 1 | 1 | 6 | 5 | 0 | 3,15 | 0,90 |

Tabla 84. Medida de la usabilidad del taller: eficiencia

El valor medio de eficiencia del taller se ve lastrado por las cuestiones referentes a la continuidad en los cambios de escala (2,92), la continuidad en el arrastre de imágenes (3,85) y la continuidad de exploración con Street View (3,15): todos estos factores dependen directamente de la calidad de recepción de la señal de internet vía wifi. Como se ha comentado, en el aula donde se desarrolló el taller la estabilidad de esta señal era muy deficiente. El resto de cuestiones arrojan datos por encima de la media.

| SATISFACCIÓN. Valor promedio 4,31 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 13 | Es fácil aprender a utilizar el iPad | 1 | 0 | 0 | 6 | 6 | 4,23 | 1,11 |
| 14 | Estoy satisfecho con el funcionamiento del iPad | 0 | 0 | 1 | 4 | 8 | 4,54 | 0,66 |
| 15 | Recomendaría el iPad a un amigo | 1 | 0 | 0 | 6 | 6 | 4,23 | 0,69 |
| 16 | El iPad hace lo que le pido | 0 | 0 | 2 | 7 | 4 | 4,15 | 0,66 |
| 17 | El iPad es muy agradable de utilizar | 0 | 0 | 2 | 4 | 7 | 4,38 | 0,77 |

Tabla 85. Medida de la usabilidad del taller: satisfacción

Se recoge un alto grado de satisfacción respecto del dispositivo. Todas las puntuaciones están por encima de 4,00. Los alumnos están satisfechos con el funcionamiento del iPad (4,54).

8.3.5.3. Usabilidad de los geoportales bajo soporte iPad. (geoApps)

En la fecha de realización de este taller la Infraestructura de Datos Espaciales se encontraba ya plenamente operativa para soporte iPad, aunque la calidad de la señal de internet en el aula donde se celebró el taller era muy deficiente.

| EFICACIA. Valor promedio 4,15 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 1 | La IDE funciona correctamente bajo soporte iPad | 0 | 0 | 3 | 9 | 1 | 3,85 | 0,56 |
| 2 | Google Earth funciona correctamente bajo soporte iPad | 0 | 0 | 1 | 7 | 5 | 4,31 | 0,63 |
| 3 | Google Maps funciona correctamente bajo soporte iPad | 0 | 0 | 1 | 7 | 5 | 4,31 | 0,63 |
| 4 | La aplicación Mapas funciona correctamente bajo soporte iPad | 0 | 0 | 2 | 7 | 4 | 4,15 | 0,69 |

Tabla 86. Eficacia geoApps.

Todos los valores de eficacia de los geoportales arrojan valores por encima de 4, aunque la IDE presenta un valor algo inferior (3,85) debido a las carencias de la red donde se celebró el taller.

| EFICIENCIA. Valor promedio 4,02 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 5 | Accedo rápidamente a la información geográfica en la IDE con el iPad | 0 | 0 | 3 | 9 | 1 | 3,85 | |
| 6 | Accedo rápidamente a la información geográfica en Google earth con el iPad | 0 | 0 | 2 | 6 | 5 | 4,23 | |
| 7 | Accedo rápidamente a la información geográfica en Google Maps con el iPad | 0 | 0 | 2 | 9 | 2 | 4,00 | |
| 8 | Accedo rápidamente a la información geográfica en la aplicación Mapas con el iPad | 0 | 0 | 3 | 7 | 3 | 4,00 | |

Tabla 87. Eficiencia geoApps.

Como en el caso anterior, y por el mismo motivo, el valor de la IDE es algo inferior al de resto de geoaplicaciones. En cualquier caso, los alumnos encuentran eficaces los servicios de información geográfica empleados.

| SATISFACCIÓN. Valor promedio 3,60 sobre 5,00 | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|-------|------|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. |
| 9 | Los contenidos de información geográfica en la IDE cumplen mis expectativas | 0 | 0 | 7 | 4 | 2 | 3,62 | 0,51 |
| 10 | Los contenidos de información geográfica en Google Earth cumplen mis expectativas | 0 | 0 | 5 | 6 | 2 | 3,77 | 0,65 |
| 11 | Los contenidos de información geográfica en Google maps cumplen mis expectativas | 0 | 3 | 4 | 4 | 1 | 3,00 | 0,92 |
| 12 | Los contenidos de información geográfica en la aplicación Mapas cumplen mis expectativas | 0 | 1 | 5 | 5 | 2 | 3,62 | 0,66 |

Tabla 88. Satisfacción geoApps.

Los alumnos encuentran, en general, poca satisfactorios los contenidos de información geográfica que ofrecen estas plataformas. Puede ser debido a que estos alumnos requieren otro tipo de información más relacionada con su entorno natural: la información de costa, mares y océanos. Como se vió en 8.2.6., tabla 75,

las aplicaciones de información geográfica relacionadas con el ámbito náutico-marítimo registraron un alto índice de aceptación en el alumnado, a pesar de no estar todavía operativas.

8.3.6. Comparación con los resultados de usabilidad recogidos entre estudiantes de titulaciones ajenas al ámbito náutico-marítimo

En la tabla 89 se comparan los valores promedio de los análisis de usabilidad llevados a cabo entre las titulaciones de la Escuela Técnica Superior de Náutica y Radioelectrónica Naval y el resto de titulaciones participantes en el taller tablet-TIG.

| VALORES PROMEDIO COMPARADOS DEL ANÁLISIS DE USABILIDAD | | Eficacia | Eficiencia | Satisfacción |
|--|----------------------------|----------|------------|--------------|
| Taller tablet-TIG | Esc. Náutica n=13 | 4,11 | 4,06 | 4,40 |
| | Resto titulaciones n=54 | 3,99 | 3,85 | 4,51 |
| iPad | Esc. Náutica n=13 | 4,18 | 3,74 | 4,31 |
| | Resto titulaciones n=54 | 4,16 | 4,02 | 4,29 |
| Geo-Apps | Esc. Náutica n=13 | 4,15 | 4,02 | 3,60 |
| | Resto titulaciones n=54 | 3,62 | 3,50 | 4,24 |

Tabla 89. Comparación resultados usabilidad.

- En lo referente al taller tablet-TIG, los alumnos de náutica lo encontraron más eficiente y eficaz que el resto de titulaciones, aunque por escaso margen.
- Respecto al dispositivo empleado, el iPad: los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica y Radioelectrónica Naval la encontraron algo

menos eficiente que el resto de titulaciones, aunque por estrecho margen. Puede ser debido a las deficiencias en la señal de red en el aula donde se celebró el taller.

- En relación a las geoaplicaciones empleadas en el taller (Google Earth, Google Maps, aplicación Mapas e Infraestructura de Datos Espaciales) los valores también son muy similares, aunque destaca la diferencia en el valor de satisfacción, debido a que, como se ha comentado con anterioridad, los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval precisan de un tipo de información referida a parámetros costeros, marinos y oceánicos poco presente en las geoaplicaciones empleadas en el taller.

8.4. Taller de Modelado 3D

El taller de Modelado 3D se ha realizado, por parte del grupo DEHAES, en diversas titulaciones de Ingeniería de la Universidad de La Laguna, con excepción de los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval, motivo por el cual se imparte el taller de modelado 3D para este colectivo.

Previa realización del taller se pasó una encuesta (Tabla 90) entre los alumnos de primer curso de las titulaciones de Grado que se imparten en dicha Escuela Técnica Superior: Grado en Ingeniería Marina, Ingeniería en Radioelectrónica Naval e Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo. La encuesta se extendió a las siete escuelas de náutica de España, aunque hasta el momento solo se disponen datos de la Facultad de Náutica de la Universidad Politécnica de Barcelona y la Escuela Superior de la Marina Civil de la Universidad de Oviedo. La población encuestada es de 129 estudiantes.

Del análisis de la encuesta se observa que la población encuestada se muestra muy receptiva hacia las potencialidades que ofrece el modelado tridimensional en cuestiones como el lenguaje gráfico de los procesos constructivos, la ingeniería gráfica, el aprendizaje del diseño asistido por ordenador y la normalización.

Los alumnos opinan también que el uso de herramientas de modelado tridimensional como Google SktchUp podrían mejorar sus resultados de aprendizaje en la interpretación de planos e instalaciones marinas (93% Universidad de La Laguna, 92% Universidad Politécnica de Barcelona, 89% Universidad de Oviedo).

CAPITULO 8. RESULTADOS ENSAYOS EXPERIMENTALES: EXPERIENCIAS CON TITULACIONES DEL
ÁMBITO NÁUTICO-MARÍTIMO

| PREGUNTA | Universidad de La Laguna | | | Universidad Politécnica de Barcelona | | | Universidad de Oviedo. | | |
|---|--------------------------|------|---------|--------------------------------------|------|---------|------------------------|------|---------|
| | % Si | % No | % No se | % Si | % No | % No se | % Si | % No | % No se |
| ¿Has estudiado dibujo técnico con anterioridad? | 76 | 24 | 0 | 88 | 12 | 0 | 88 | 13 | 0 |
| ¿Has utilizado alguna aplicación CAD (diseño asistido por ordenador) tipo Autocad, SketchUp, etc? | 48 | 52 | 0 | 100 | 0 | 0 | 63 | 38 | 0 |
| ¿Te crees capaz de realizar un modelo 3D con ordenador? | 97 | 2 | 9 | 58 | 42 | 0 | 63 | 38 | 0 |
| ¿Crees que los medios digitales aportan valor a tu formación? | 65 | 35 | 0 | 96 | 4 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| ¿Crees que el empleo de herramientas de modelado 3D como Google SkechUp mejoraría tu capacidad de visión espacial? | 89 | 1 | 5 | 58 | 8 | 35 | 50 | 0 | 50 |
| ¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp puede mejorar tu Capacidad para aplicar los sistemas de representación espacial, el desarrollo del croquis, la proporcionalidad, el lenguaje y las técnicas de la representación gráfica de los elementos y procesos constructivos? | 93 | 2 | 6 | 62 | 0 | 38 | 50 | 0 | 50 |
| ¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google Sketchup puede mejorar tus Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica? | 94 | 0 | 6 | 62 | 0 | 38 | 50 | 0 | 50 |
| ¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp podría mejorar tus resultados de aprendizaje en el conocimiento y comprensión de las técnicas de representación? | 93 | 1 | 6 | 69 | 0 | 31 | 50 | 0 | 50 |
| ¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp podría mejorar tus resultados de aprendizaje en el diseño asistido por ordenador? | 92 | 2 | 6 | 65 | 0 | 35 | 63 | 0 | 38 |
| ¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp podría mejorar tus resultados de aprendizaje en fundamentos de diseño industrial? | 93 | 1 | 6 | 65 | 0 | 35 | 50 | 0 | 50 |
| ¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp podría mejorar tus resultados de aprendizaje en Normalización? | 85 | 1 | 14 | 54 | 4 | 42 | 50 | 13 | 38 |
| ¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp podría mejorar tus resultados de aprendizaje en la interpretación de planos e instalaciones marinas? | 93 | 1 | 6 | 94 | 3 | 3 | 89 | 5 | 6 |

Tabla 90. Cuestionario modelado 3D

8.4.1. Metodología

Participantes

En el Taller de Modelado 3D han participado 26 voluntarios de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna pertenecientes al curso académico 2010-2011, de los cuales 20 son hombres y 6 son mujeres.

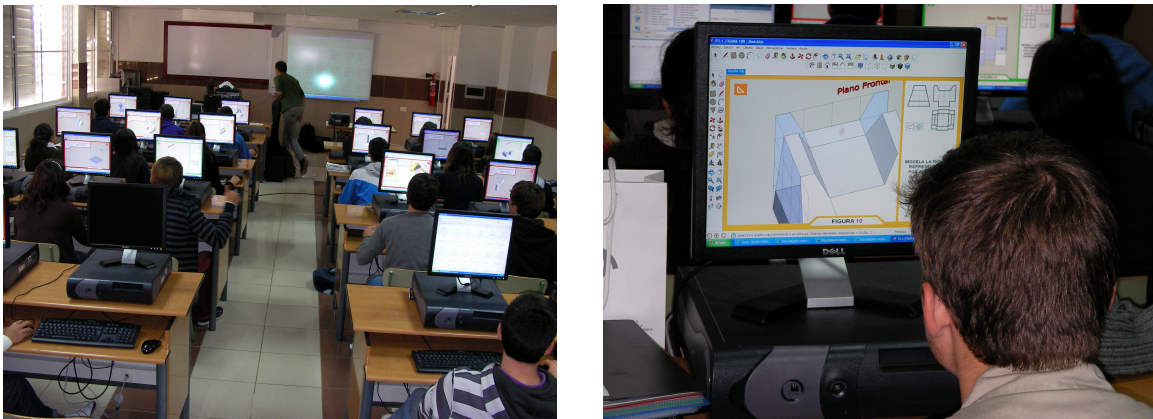


Figura 64. Taller modelado 3D.

Hardware y software

El taller se ha desarrollado sobre ordenadores Pentium IV a 2.80 GHz y 512 Mb de RAM, con sistema operativo Windows XP.

En lo referente al software, existen diferentes programas comerciales como el Pro/Engineer, Autocad Inventor, Solid Works y otros, capaces de generar modelos tridimensionales. El software elegido para el taller de modelado 3D es el Google SketchUp8, una aplicación multimedia de libre acceso y descarga gratuita que, sin bien no se puede comparar en sus características y posibilidades con programas comerciales, sí ofrece la posibilidad de introducir al alumno en el Modelado 3D con pocos conocimientos técnicos 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.

Medida

Cada participante realiza, antes y después del experimento, los tres test de medición de habilidades espaciales: el Mental Rotation Test, el Differential Aptitude Test – Spatial Rotation Subset (DAT-SR5) y el Perspective Taking / Spatial Orientation Test.

Para la medida de la usabilidad cada participante rellena una encuesta al finalizar el Taller. La encuesta consta de 56 preguntas organizadas de acuerdo a tres variables:

- estructura, presentación, diseño y materiales del Taller
- contenidos
- satisfacción y motivación del usuario.

Hipótesis de Trabajo

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

1. Un Taller de Modelado 3D es una herramienta válida para el objetivo de mejorar las habilidades espaciales.
2. El alumno responde positivamente al empleo de esta herramienta

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 usabilidad cumplimentadas por los participantes al finalizar el Taller.

8.4.2. Análisis de los datos y resultados

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.

La tabla 91 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, Perspective Taking Spatial Orientation Test y DAT5-SR.

| TEST | Mental Rotation Test | | | Persp. Tak/Spat. Orient. Test | | | Diferencial Aptitude Test | | |
|-------|----------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------|----------------|
| | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) | Pre- (s.d.) | Post- (s.d.) | Gain (s.d.) |
| Total | 16,60 | 22,80 | 6,30 | 43,21 | 35,69 | 7,52 | 24,90 | 35,60 | 11,20 |
| n=26 | (7,64) | (7,23) | (5,03) | (23,29) | (14,40) | (16,60) | (6,95) | (7,88) | (5,91) |

Tabla 91. Puntuaciones medias y ganancias en habilidades espaciales

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 92).

| TEST | Mental Rotation Test | Persp. Tak/Spat. Orient. Test | Diferencial Aptitude Test |
|---------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| p-valor | 0,0000030808 | 0,0180170740 | 0,000000002 |

Tabla 92. Nivel de significación

Se comprueba que el nivel de significación no llega al $1^{0}/_{00}$, para MDT y DAT-SR5, y está por debajo del 1% para el caso del Perspective Taking Spatial Orientation Test, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se puede afirmar, con un nivel de significación superior al 99,9%, que la variación media del grupo estudiado ha experimentado un aumento para las componentes de relaciones espaciales y visión espacial y con un nivel de significación del 99% para la orientación espacial.

Por lo tanto, como respuesta a la 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.) para la componente de relaciones espaciales (MRT), de 11,20 puntos (5,91 s.d.) para la visión espacial y de 7,52 (16,60 s.d.) para la orientación espacial.

8.4.3. Análisis de usabilidad del taller de modelado 3D

| EFICACIA. Valor promedio 4,20 sobre 5,00 | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|----|----|-------|------|--|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. | |
| 1 | El material del curso tiene buena y cuidada presentación (figuras de aluminio, ficheros SketchUp, aula virtual,...) | 0 | 1 | 1 | 11 | 13 | 4,38 | 0,75 | |
| 2 | La estructura del curso en dos fases (Iniciación y Perfeccionamiento) y cada fase en tres niveles (A, B y C), es adecuada. | 0 | 1 | 3 | 17 | 5 | 4,00 | 0,71 | |
| 3 | La utilización de modelos físicos de aluminio para introducimos en el Modelado 3D es adecuada. | 0 | 0 | 1 | 13 | 12 | 4,42 | 0,58 | |
| 4 | El contenido del curso me ha resultado claro | 1 | 0 | 2 | 18 | 5 | 4,00 | 0,80 | |

Tabla 93. Eficacia taller modelado 3D.

El taller se ha mostrado eficaz para los participantes. Todos los valores (materiales, estructura y contenidos) son iguales o mayores a 4,00.

| EFICIENCIA. Valor promedio 4,08 sobre 5,00 | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|----|---|-------|------|--|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. | |
| 5 | La presentación del enunciado en el fichero de trabajo ha permitido trabajar de forma más cómoda en el ejercicio planteado. | 0 | 0 | 6 | 11 | 9 | 4,12 | 0,77 | |
| 6 | El uso de modelos físicos con las caras coloreadas ha servido para facilitar la realización de los modelos 3D con Google SketchUp. | 0 | 1 | 1 | 16 | 8 | 4,19 | 0,69 | |
| 7 | El número de ejercicios propuestos es suficiente para las horas de trabajo propuestas. | 0 | 2 | 4 | 13 | 7 | 3,96 | 0,87 | |
| 8 | Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados. | 0 | 0 | 5 | 15 | 6 | 4,04 | 0,66 | |

Tabla 94. Eficiencia taller modelado 3D.

Los alumnos, dentro del entorno del taller de modelado 3D se sienten capaces de resolver los ejercicios propuestos (4,04) dentro del tiempo de impartición del taller (3,96). La presentación de los enunciados le ayuda a trabajar de una forma cómoda (4,12).

| SATISFACCIÓN. Valor promedio 4,33 sobre 5,00 | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|----|----|-------|------|--|
| Ítem | Cuestión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Media | s.d. | |
| 9 | Google SketchUp me ha resultado fácil de aprender a utilizar. | 0 | 0 | 0 | 16 | 10 | 4,38 | 0,51 | |
| 10 | ¿Recomendarías Google SketchUp a tus compañeros? | 0 | 0 | 0 | 14 | 12 | 4,46 | 0,51 | |
| 11 | ¿Crees que el curso realizado cumple con la finalidad para la que ha sido planteado (Análisis y representación de las formas a través de modelado 3D)? | 0 | 0 | 1 | 15 | 10 | 4,35 | 0,56 | |
| 12 | Los contenidos de este curso me han permitido entender mejor las vistas normalizadas. | 0 | 0 | 2 | 19 | 5 | 4,12 | 0,54 | |

Tabla 95. taller modelado 3D.

El taller recoge un alto grado de satisfacción entre la población participante (4,33): cumple con la finalidad para la que ha sido planteado (4,35). Los contenidos del taller le han ayudado a entender mejor las vistas normalizadas (4,12).

El taller cumple con las expectativas: a la finalización del taller se le consultó a los participantes si estarían interesados en realizar cursos de modelado 3D en el que se trabajase con el diseño e interpretación de planos, esquemas, vistas y secciones de componentes de buques en un entorno tridimensional: un 100% respondió afirmativamente.

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

En este capítulo se aportan las conclusiones a las que se ha llegado en función de los objetivos planteados, además de apuntar futuras líneas de trabajo en torno a tecnologías y herramientas que permitan desarrollar la capacidad de orientación espacial del alumno.

Las conclusiones que se presentan se han conseguido a través de la consecución de los objetivos planteados. A lo largo de los ocho capítulos precedentes:

- Se ha realizado un estudio de la **componente de la orientación espacial**, contextualizando las competencias asociadas a la orientación espacial en los planes de estudio de titulaciones de Grado adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior.
- Se han revisado los **test psicométricos** para medir esta componente, y se ha desarrollado y validado una versión digital del Perspective Taking Spatial Orientation Test.
- Se ha trabajado en torno a **nuevas tecnologías y soportes** midiendo tanto su impacto en la mejora de la orientación espacial, como su usabilidad desde varios puntos de vista: tecnología utilizada, taller desarrollado y soporte empleado, al objeto de incorporarlas como nuevas herramientas de innovación docente para la adquisición de competencias espaciales.

Las tecnologías empleadas han sido Tecnologías de Información Geográfica de reciente aparición así como entornos virtuales de modelado tridimensional. En torno a estas tecnologías se han desarrollado talleres para la mejora de la orientación espacial incorporando en nuevos soportes como los dispositivos de pantalla táctil de gran formato.

9.1. Conclusiones tras la consecución de objetivos

9.1.1. Conclusiones sobre la Orientación Espacial en el entorno universitario

- Los ingenieros hacen uso frecuente de información espacial en forma de mapas y planos, poniendo en juego habilidades de orientación espacial: es preciso investigar en materia de metodologías y herramientas que permitan desarrollar estrategias de innovación docente para la adquisición de competencias relacionadas con la orientación espacial de alumnos universitarios de ingeniería.
- **No se ha realizado en el entorno educativo universitario español una medida de la capacidad de orientación espacial.** Tampoco se ha medido la influencia que sobre esta capacidad puedan tener metodologías docentes en torno a materias relacionadas con la obtención, análisis, tratamiento y representación de información geográfica.
- **La orientación espacial puede ser desarrollada a través de entrenamiento específico.**

9.1.2. Conclusiones sobre la herramienta de medida de la orientación espacial

- La versión digital desarrollada del Perspective Taking Spatial Orientation Test elimina las carencias detectadas en su versión original y permite obtener una medida fiable de la orientación espacial.
- La prueba de validación de la versión digital del Perspective Taking Spatial Orientation Test realizada con 158 estudiantes de ingeniería confirma, con una potencia estadística superior al 80%, que la puntuación obtenida no depende de la versión (digital o papel) utilizada.

- La versión digital del Perspective Taking Spatial Orientation Test:
 - Elimina definitivamente el problema de la inmovilización física del test.
 - Ofrece una corrección automática y más precisa.
 - La respuesta del alumno queda definida sin ambigüedades.
 - Nos permite medir el tiempo que ha empleado el alumno en resolver el test.

9.1.3. Conclusiones sobre las Tecnologías de Información Geográfica en el entorno universitario

- **Los estudiantes encuestados usan muy poco las Infraestructuras de Datos Espaciales:** un 86,09% no la ha usado nunca, a pesar de las potencialidades que ofrece este servicio en el ámbito académico.
- La población encuestada conoce otras Tecnologías de información geográfica más populares como google earth y google maps, (tan solo un 4,91% no ha usado nunca estas aplicaciones) aunque solo un 32% las utilizan en sus estudios universitarios. En el caso de los estudiantes de Grados relacionados con el ámbito náutico-marítimo solo las utiliza un 5%.
- **No existen en la actualidad Infraestructuras de Datos Espaciales relacionadas con el ámbito náutico-marítimo plenamente operativas:** se encuentran en fase de desarrollo e implantación. A medida que estas aplicaciones vayan apareciendo se podrán desarrollar talleres en los que los estudiantes de ingenierías del ámbito náutico-marítimo aprovechen las potencialidades de estos servicios.

9.1.4. Conclusiones sobre las Herramientas de innovación docente para el desarrollo de habilidades espaciales (orientación espacial) en el ámbito de la Ingeniería Marítima.

- **Los talleres intensivos de corta duración mejoran la capacidad de orientación espacial.**
- El empleo de nuevas tecnologías y soportes de información geográfica como estrategia alternativa a métodos tradicionales basados en mapas y planos en soporte de papel obtiene una buena acogida por parte del alumnado.

9.1.4.1. Taller IDE

- **El taller IDE desarrolla la capacidad de orientación de los alumnos participantes**, con una ganancia media de 15.38, además de proporcionar formación en materia de obtención, análisis, tratamiento y representación de información georeferenciada.
- En la comparación realizada con el resto de titulaciones donde se ha llevado a cabo este taller sobre el desarrollo de la capacidad de orientación espacial no se han encontrado grandes diferencias (ganancia en el resto de titulaciones: 15,06).
- Del análisis de usabilidad del taller y del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias se concluye que **los contenidos, ejercicios, estructura y funcionalidad del taller son eficaces y eficientes para el desarrollo de la orientación espacial**. Se registra un **alto grado de satisfacción** de los alumnos participantes en este taller, que consigue, además de estimular el desarrollo de la orientación espacial, aclarar

conceptos geodésicos y topográficos relacionados con el geoposicionamiento.

- El taller aporta, a su vez, un **primer contacto con los Sistemas de Información Geográfica (SIG)** y pone a disposición del alumno conocimientos en materia de Infraestructuras de Datos Espaciales de ámbito náutico-marítimo que aportan valor a su formación y le ayudarán en el ejercicio de su profesión.
- En general, aunque por escaso margen, los alumnos de las titulaciones del ámbito náutico-marítimo tienen una mejor valoración sobre el taller que el resto de titulaciones, aunque su valoración sobre la IDECanarias es algo inferior, lo cual se explica por el hecho de que la IDECanarias es una plataforma en la que aparece poca información de costa y, sobre todo, de mares y océanos, información más afín a este perfil de estudiante que a los de otras titulaciones que encuentran de más utilidad la información contenida en la IDECanarias para el ejercicio de su profesión. A este respecto, de la encuesta realizada se desprende una **alta receptividad en torno a la futura implantación de Infraestructuras de datos espaciales del ámbito náutico-marítimo-oceánico** con las que se ha tenido un primer contacto en los ensayos experimentales, aunque no estuvieran todavía plenamente operativas, pues se encuentran todas ellas en fase de desarrollo.

9.1.4.2. Taller Tablet-TIG

- Es el primer contacto que tienen en el aula los estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Maquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna con dispositivos de pantalla táctil de gran formato.

- A través de este taller los alumnos también obtienen una **mejora en su capacidad de orientación espacial**, aunque algo menor (11,06) que la obtenida con el taller IDE. En comparación con el resto de titulaciones la ganancia también es menor (ganancia en el resto de titulaciones 18,22)
- El taller tablet-TIG **introduce al alumno en un nuevo formato y soporte de la información geográfica y cartográfica que ya está implantado en navegación** aeronáutica civil norteamericana en las cabinas de aviones y que próximamente lo hará en navegación marítima: la digitalización de cartas náuticas y de navegación para su uso con dispositivos iPad en los puentes de mando.
- Los estudiantes se **introducen en el manejo de un dispositivo nuevo con una tecnología multitáctil** a la que es preciso acostumbrarse y a través de la cual acceden a información geográfica y cartográfica en dos y tres dimensiones con un lenguaje de gestos que encuentran muy natural, espectacular y funcional.
- La percepción subjetiva obtenida con este taller es que **los alumnos se sorprenden de las posibilidades que ofrecen estos dispositivos en la visualización de información cartográfica**, de su funcionalidad y de sus posibilidades en el ejercicio de la profesión, además de permitirles descubrir las potencialidades de los virtual globes, a través de los cuales tienen un primer contacto con las geotecnologías.
- Sobre la usabilidad del taller se puede concluir que es oportuno incorporarlo como estrategia de innovación educativa: **registra altos niveles de eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario**. La usabilidad del dispositivo de pantalla táctil para la consulta de información georeferenciada también ofrece **altos valores en torno a parámetros**

como resolución, velocidad de procesamiento e iluminación de pantalla, entre otras. Estos parámetros son de gran importancia en ambientes que tengan iluminación artificial como puede ser el puente de mando de un buque o submarino, una sala de máquinas o en ambientes expuestos a la luz solar.

- Una conclusión importante que se desprende del análisis de usabilidad del dispositivo es que **los alumnos no echan de menos el ratón**, y se muestran receptivos hacia el lenguaje gestual interactivo con la pantalla en el tratamiento de información geográfica, lo encuentran más natural.

9.1.4.3. Taller de Modelado 3D

- Para los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval es la primera vez que se imparte un taller de modelado tridimensional en un entorno virtual-presencial.
- Los valores de ganancia en orientación espacial de este taller son inferiores (7,52) a los obtenidos en los talleres IDE y tablet-TIG. Se registran, en cambio, **ganancias** con un nivel de significación más alto en las componentes de **relaciones espaciales y visión espacial**, al desarrollarse el taller en un contexto de visión tridimensional de piezas y vistas normalizadas a las que se aplican giros y rotaciones y sobre las que se propone más de una solución.
- En cuanto a la usabilidad del taller los valores son similares a los casos anteriores, a pesar de tratarse de un entorno de trabajo muy distinto en el que el alumno interactúa de modo más directo con la herramienta.

- Una conclusión importante de este taller se desprende de la encuesta que se realiza sobre el modelado tridimensional, en la que **la población encuestada se muestra muy receptiva hacia las posibilidades que ofrece el modelado 3D para el aprendizaje en la interpretación de planos e instalaciones marinas.**

9.2. Futuros trabajos

Siguiendo la línea desarrollada en esta tesis, se contemplan diversas actuaciones que podrían dar continuidad en la investigación sobre el desarrollo de la capacidad de orientación espacial:

- Estudiar cómo interactúa el usuario con modelos digitales de terreno bajo tecnología de realidad aumentada.
- Hacer un estudio de género sobre la orientación espacial.
- Realizar experiencias sobre orientación espacial simultaneando entornos reales y virtuales.
- Implementar, dentro de un entorno virtual de aprendizaje, los talleres IDE, Tablet-TIG y modelado 3D al objeto de poder ser utilizados en las siete escuelas de náutica de España.
- Implementar, dentro de un entorno virtual de aprendizaje, la versión digital del Perspective Taking Spatial Orientation Test al objeto de registrar automáticamente los valores de orientación espacial en las diferentes fases del desarrollo de asignaturas y así poder analizar la adquisición de esta competencia a lo largo de un proceso de evaluación continua.
- Desarrollar un taller IDE-náutico-marítimo cuando estos servicios se terminen de implantar (actualmente están en fase de desarrollo).
- Desarrollar un taller de modelado tridimensional específico para las titulaciones de Grado en Ingeniería relacionadas con el ámbito náutico-

marítimo donde se contemplara el diseño e interpretación de planos, esquemas, vistas y secciones de componentes de buques en entorno tridimensional.

Referencias.

Alias, M., Black, T., & Gray, D. (2002). Attitudes Towards Sketching and Drawing and the Relationship with Spatial Visualization Ability in Engineering Students. *International Education Journal* 3 (3), 165-175.

Aurambout, J.P., Pettit, C., & Hayden, L. (2008). Virtual Globes: the next GIS? *Landscape analysis and Visualisation*, 5, 509-532

Austin, T & Doust, R. (2007). *Diseño de nuevos medios de comunicación*. Blume.

Barrat, E.S. (1953). An analysis of verbal reports of solving spatial problems as an aid in defining spatial factors. *Journal of Psychology*, 36, 17-25.

Ben-Chaim, D., Lappan, G. and Hougang R.T. (1998). The effect of instruction on spatial visualization skills of middle school boys and girls. *American Educational Research Journal* 25(1), 51-71

Bennett, G. K., Seashore, H. G. & Wesman, A. G. (2000). *DAT-5. Tests de aptitudes diferenciales*. Madrid: TEA.

Berthelot, R. & Salin M. H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Tesis doctoral, Université de Bordeaux I.

Bevan, N. (1999), Quality in Use: Meeting User Needs for Quality. *Journal of System and Software*, 49 (1), 89-86.

Bevan, N. (2006). Practical Issues in usability measurement. *Interactions*, 13(6), 42-43.

Binet, A. (1905). New Methods for the Diagnosis of the Intellectual Level of Subnormals. *L'Année Psychologique*, 12, 191-244.

Binet, A., & Simon, T. (1908). Applications of the New Methods to the Diagnosis of the Intellectual Level among Normal and Subnormal Children in Institutions and in Primary Schools. En H. H. Goddard (Ed.), *The Development of Intelligence in Children*. Baltimore: Williams and Wilkins.

- Blower, J., Gemmel, A., Haines, K., Kirsch, P., Cunningham, N., Fleming, A., & Lowry, R. (2007). Sharing and visualizing environmental data using Virtual Globes. *Proceedings of the UK e-Science All Hands Meeting*, 10-13. September, 2007, 102-109
- Bosco A, Longoni A.M., y Vecchi, T. (2004). Gender effects in spatial orientation: cognitive profiles and mental strategies. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 519–32.
- Bosque, J. (1997): *Sistemas de información geográfica*. Madrid, Ediciones Rialp, 2a edición corregida, 451 p.
- Borich, G.D., & Bauman, P.M. (1972). Convergent and Discriminant Validation of the French and Guilford-Zimmerman Spatial Orientation and Spatial Visualization Factors. *Annual Meeting of American Psychological Association*. Honolulu, Hawaii.
- 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>. Consultado noviembre 2010.
- Brown, L. N., Lahar, C. J., & Mosley, J. L. (1998). Age and gender related differences in strategy use for route information. A map present direction giving paradigm. *Environment and Behavior*, 30 (2), 123–143.
- Burin, D., Delgado, Y., y Prieto, A. (2000). Solution Strategies and Gender Differences in Spatial Visualization Tasks. *Psicológica*, 21, 275-286.
- Carpenter, P. A., & Just, M. A. (1986). Spatial ability: An information-processing approach to psychometrics. En R. J. Stenberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 3, pp. 221-252). Hillsdale, NJ.
- Carroll, J. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytical studies*. New York: Cambridge University Press.
- Cattell, J. M. (1890). Mental tests and measurements. *Mind*, 1890 (15), 373-381.
- Cattell, R. B. (1946). *Description and Measurement of Personality*. New York: World Book.

- Cattell, R. B. (1965). A Biometrics Invited Paper. Factor Analysis: An Introduction to Essentials II. The role of factor analysis in research. *Biometrics*, 21, 405-435.
- Chen, Y.Q. & Lee, Y.C. (2001): *Geographical Data Acquisition*. Wien, Springer.
- Chen, C. & Chung, C. (2008). Personalized mobile English vocabulary learning system based on item response theory and learning memory cycle. *Computers & Educations*, 51 (2), 624–645.
- Chris, E. (2008). The effectiveness of m-learning in the form of podcast revision lectures in higher education. *Computers & Education*, 50(2), 491–498
- Chuvieco, E., Bosque, J., Pons, X., Conesa, C., Santos, J.C., Gutiérrez, J., Salado, M.J., Martín, M.o., Riva, J., Ojeda, J. & Prados, M.J. (2005). ¿Son las tecnologías de la información geográfica (tig) parte del núcleo de la Geografía? *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 40, 35-55.
- Cladellas, R., y Castelló, A. (2008). Efectos diferenciales de un prolongado entrenamiento en una tarea espacial entre hombres y mujeres. *Apuntes de Psicología*, 26 (1), 117-128.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155-159.
- Coluccia, E., & Louse, G. (2004) Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of environmental Psychology*, 24, 329-340.
- Coluccia, E., y Martello, A. (2004). Il Ruolo Della Memoria Di Lavoro Visuo-Spaziale Nell'Orientamento Geografico: Uno Studio Correlazionale (The Role of VSWM in Geographical Orientation: A correlational study). *Giornale Italiano di Psicologia*, 3, 523-552.
- Davis, F.D. (1989) Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quaterly*, 13 (3), 319-340
- Dehaes (2009). *Dehaes: grupo de investigación en el desarrollo de habilidades espaciales*. Recuperado en junio 2010 de <http://degarin.com/dehaes>
- Devlin, A. S., & Bernstein, J. (1995). Interactive wayfinding: use of cues by men and women. *Journal of Environmental Psychology*, 15, 23–38.

Dabbs, J. M., Chang, L., & Strong, R. A. (1998). Spatial ability, navigation strategy and geographic knowledge among men and women. *Evolution and Human Behavior*, 19, 89

De la Torre, J., Saorín, J.L., Martín-Dorta, N., Contero, M. (2011). *Tecnologías gráficas avanzadas aplicadas al análisis de las formas y su representación*. Tenerife. ISBN: 978-84-615-4618-3.

Drapeau, L. (2008). Marine spatial data infrastructure. *Ecoological Circuits*, 1, 27-29

Duesbury, R.T. and O'Neil H.F. (1996): Effect of practice in a computer-aided design environment in visualizing three-dimensional objects from two-dimensional orthographic projections. *Journal of Applied Psychology* 81 (3), 249-260

Durán, D. (2005). *Educación Geográfica. Cambios y continuidades*. Buenos Aires. Lugar Editorial.

Ebbinghaus, H. *On Memory*. Trans. by Ruger. New York: Teachers College, Columbia University, 1913.

EFE (2011). La UOC y Orange crean la primera aplicación pedagógica para iPad. ABC.es. Extraído el 4 de octubre de 2010 de <http://www.abc.es/agencias/noticia.asp?noticia=541287>

Elemente der Psychophysik (1860). 2 volumes. Volume 1. [Google \(ULausanne\)](#) Volume 2. [Google \(NYPL\)](#)

[Eliot, J. \(1987\). *Models of Psychological Space*. New York: Springer-Verlag.](#)

Eliot, J., & Smith, I.A., (1982). An international directory of spatial test. Nfer-Nelson ed. Property of the archives of the History of American Psychology at the University of Akron. <http://www.uakron.edu/ahap>

Ekstrom, R. B., French, J. W., & Harman, H. H. (1976). *Manual for kit of factor referenced cognitive tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Ferrero, L. (2006). *Matemáticas 6: Primaria, tercer ciclo*. Madrid. Anaya.

- Galea, L. A. M., & Kimura, D. (1993). Sex differences in route- learning. *Personality and Individual Differences, 14* (1), 53–65.
- Gálvez, G. (1985). *El aprendizaje de la orientación en el espacio urbano: Una proposición para la enseñanza de la geometría en la escuela primaria*. Tesis doctoral, Centro de Investigación del IPN. México.
- García, V., y Pérez, M.C. (2008). Espacio Europeo de Educación Superior, competencias profesionales y empleabilidad. Universidad Europea Miguel de Cervantes, España. *Revista iberoamericana de educación, 46* (9), 1-12.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.
- Gewin, V. (2004). Mapping Opportunities. *Nature, 427*, 376-377
- Gilbert, A. (2011). Los tablets acaban con el crecimiento de ventas de ordenadores. Periódico. El Economista.es. Extraído el 14 de enero, 2011 de <http://www.eleconomista.es/seleccion-ee/noticias/2741029/01/11/Los-tablets-acaban-con-el-crecimiento-de-ventas-de-ordenadores.html>
- Gilmartin, P., & Patton, J. (1984). Comparing the Sexes on Spatial Abilities: Map-Use Skills. *Annals of the Association of American Geographers, 74*, 605-619.
- Golledge, R.G., & Stimson, R.J. (1997). *Spatial Behavior: A Geographic Perspective*. New York: Guilford Press.
- Gong, J., Yue, P., Xiang, L., & Chen, J. (2009). Integrating virtual globes and web service technologies for higher education teaching and research. In: ISPRS Wuhan 2009 Workshop Virtual Changing Globe for Visualization and Analysis. 1682-1777. ISPRS Press. China (2009).
- Gonzato, M., Fernández, T., Díaz, J. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades espaciales de visualización y orientación espacial. *Números: revista de didáctica de las matemáticas, 77*, 99-117.
- Gonzato, M., y Godino, J.D., (2010). Aspectos históricos, sociales y educativos de la orientación espacial. *Unión: revista iberoamericana de educación matemática, 23*, 45-58.

Goodchild, M.F. (1997). What is in Geographic Information Science? *NCGLA Core Curriculum in GIScience*. Octubre, 1997. Santa Barbara, California.

Goodchild, M.F. (2007). Citizen and sensors: the world of volunteered geography. *Geojournal*, 69 (4), 211-221.

Gould, P.R., & White, R. (1974). *Mental Maps*. New York: Penguin Books.

Guilford, J.P., & Zimmerman, W.S. (1948). The Guilford-Zimmerman Aptitude Survey. *Journal of Applied Psychology*, 32 (1), 24-34.

Harris, L.J. (1978). *Sex differences in spatial ability*. In: Kinsbourne, M. (ed.). *Asymmetric Function of the Brain*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Harris, L.J. (1981). *Sex-related variations in spatial skill*. In: Liben et al. (eds.), *Spatial Representation and Behavior across the Life-Span*. New York: Academic Press.

Hegarty, M., Montello, D., Richardson, A., Ishikawa, T., & Lovelace, K. (2006). Spatial Abilities at different Scales: Individual Differences in Aptitude-test Performance and Spatial-layout Learning. *Intelligence*, 34, 151–176.

Hegarty, M., Waller, D. (2004). A dissociation Between Mental Rotation and Perspective-Taking Spatial Abilities. *Intelligence*, 32 (2), 175-191.

Hegarty, M., Kozhevnikov, M. y Waller, D. (2008). Perspective taking/Spatial Orientation Test. *University of California, Santa Barbara*.
<http://www.google.es/search?q=perspective+taking%2Fspatial+orientation+test&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-a>

Herschkowitz, R., B. Parzysz y J. Van Dormolen (1996). *Space and Shape*, In A. Bishop et al. (eds.), *International Handbook of Mathematics Education*.

Hill, K.A. (1998). *Lost Person Behavior*. Ottawa, Canada: National SAR Secretariat.

Hintzman, D. L., O'Dell, C. S., & Arndt, D. R. (1981). Orientation in cognitive maps. *Cognitive Psychology*, 13, 149–206

Holding, C. S., & Holding, D. H. (1989). Acquisition of route network knowledge by males and females. *The Journal of General Psychology*, 116 (1), 29–41.

International Hydrographic Organization (2011). *Spatial Data Infrastructures "The marine dimension", Guidance for hydrographic Offices*. Mónco. International Hydrographic Bureau eds.

I. P. Howard, I.P., & Templeton, W.B. (1966). *Human Spatial Orientation*. New York, John Wiley and Sons, Inc,

Itard, J.M.G. (1962). *The wild boy of Aveyron*. (G. Humphrey & M. Humphrey, Trans.). New York: Appleton-Century-Crofts. (Original works published 1801 and 1806).

Kitchin, R.M. (1994). Cognitive maps: What are they and why study them? *Journal of Environmental Psychology*, 14 (1), 1-19.

Kitchin, R.M., & Freundschuh, S. Eds. (2000). *Cognitive Mapping: Past, Present and Future*. London and New York: Routledge.

Kirasic, K. C., Allen, G. L., & Siegel, A. W. (1984). Expression of configurational knowledge of large-scale environments: students' performance of cognitive tasks. *Environment and Behavior*, 16 (6), 687–712.

Kitchin, R. M., Blades, M., & Golledge, R. G. (1997). Relations between psychology and geography. *Environment and Behavior*, 29 (4), 554–573.

Kozhevnikov, M., & Hegarty, M. (2001). A dissociation Between Object Manipulation, Spacial Ability and Spatial Orientation Ability. *Memory and Cognition*, 29 (5), 745-756.

Kyritsis, M.A. (2009). *Investigating the Impact of Individual User Differences and Environmental Factors on Spatial Knowledge Acquisition from Virtual Environments*. Uxbridge, London: Brunel University.

Lawton, C. A. (1994). Gender differences in way-finding strategies: relationship to spatial ability and spatial anxiety. *Sex Roles*, 30 (11/ 12), 765–779.

Lawton, C. A. (1996). Strategies for indoor way-finding: the role of orientation. *Journal of Environmental Psychology*, 16, 137–145.

- Lawton, C. A., & Morrin, K. A. (1999). Gender differences in pointing accuracy in computer simulated 3D mazes. *Sex Roles, 40* (1/2), 73–92.
- Lawton, C. A., Charleston, S. I., & Zieles, A. S. (1996). Individual and gender related differences in indoor wayfindings. *Environment and Behavior, 28* (2), 204–219.
- Lewis, J.R. (1995) IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. *International Journal of Human-Computer Interaction, 7*(1), 57-58
- Lin *et al.* (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., y Petersen, A. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development, 56* (6), 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1979). Stanford University Technical. Report No. 8.
- Lu, M. (2008). Effectiveness of vocabulary learning via mobile phone. *Journal of Computer Assisted Learning, 24* (6), 515–525.
- Luehring, J., & Altman, J. (2000). Factors Contributing to Sex Differences in the Mental Rotation Task. *Psi Chi Journal, 5*, 35-39.
- 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>
- Luque, R.M. (2011). El uso de la cartografía y la imagen digital como recurso didáctico en la enseñanza secundaria. Algunas precisiones en torno a Google Earth. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 55*, 183-210
- Maguire, E.A., Burgess, N., J. O’Keefe, J. (1999). Human spatial navigation: cognitive maps, sexual dimorphism, and neural substrates. *Current Opinion in Neurobiology, 9*, 171–177.
- Maguire, E.A., Frackowiak, R.S.J., C. D. Frith, C.D. (1997). Recalling Routes around London: Activation of the Right Hippocampus in Taxi Drivers. *The Journal for Neuroscience, 17*(18), 7103- 7110, 1997.

Malinowski, J. C., & Gillespie, W. T. (2001). Individual differences in performance on a large scale, real word wayfinding task. *Journal of Environmental Psychology*, 21, 73–82.

Martín, J., Albert, F., Contero, M. & Saorín, J.L. (2010). Dynamic Three-Dimensional Ilustrator for Teaching Descriptive Geometry and Training Visualizations Skills. *Computer Application Engineering Education*. In press. D.O.I: 10.1002/cae.20447.

Maratos, A. (2007). Marine Spatial Data Infrastructure. *Hydro international*, 11 (3), 3-4.

Martín, J. (2010). *Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la ingeniería. Tesis doctoral inédita*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. España.

Martín-Dorta, N. (2009). *Análisis del uso de dispositivos móviles en el desarrollo de estrategias de mejora de las habilidades espaciales. Tesis doctoral inédita*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. España.

Martín-Dorta, N; Sánchez-Berriel, I. & otros. (2010). *A 3D Educational Mobile Game to Enhance Student's Spatial Skills*. Ponencia presentada en el 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Sousse, Túnez.

Mas, S. (2007). El acceso a la información geográfica a través de la red: La democratización de los mapas. MIOD. <http://www.madrimasd.org/informacionIdi/analisis/analisis/analisis.asp?id=30929>

McGee, M.G. (1979). Human Spatial Abilities: Psychometric Studies And Environmental, Genetic, Hormonal and Neurological Influences. *Psychological Bulletin*, 86 (5), 889-918.

McGuinness, D., & Sparks, J. (1983). Cognitive style and cognitive maps: sex differences in representations of a familiar terrain. *Journal of Mental Imagery*, 7(2), 91–100.

Medical Facts for Pilots. (2010) Publication: AM-400-03/1. Written by: Melchor J. Antunano, M.D. Prepared by Federal Aviation Administration Civil Aerospace Medical Institute. Aerospace Medical Education Division

Mejía, D. (2008). Sistemas de Información Geográfica, Infraestructuras de Datos Espaciales y Educación. *Mapping interactivo*, 125, 42-49.

Menchaca-Branda, M.A., Liu, A.M., Oman, C.M., Natapoff, A. (2007). Influence of perspective-Taking and Mental Rotation Abilities in Space Teleoperation. *Proc. of the 2007 ACM Conference on Human-Robot Interaction*. Washington, DC, March 8-11, pp. 271-278

Miller, L. K., & Santoni, V. (1986). Sex differences in spatial abilities: strategic and experimental correlates. *Acta Psychologica*, 62, 225–235.

Mohler, J.L. (2008). A Review of Spatial Ability Research. *Engineering Design Graphics Journal*, 72 (2), 19-30.

Moffat, S. D., Hampson, E., & Hatzipantelis, M. (1998). Navigation in a virtual maze: Sex differences and correlation with psychometric measures of spatial ability in humans. *Evolution and Human Behavior*, 19, 73–87.

Montello, D. R., & Pick, H. L. (1993). Integrating knowledge of vertically aligned large-scale spaces. *Environment and Behavior*, 25, 457–484.

Money, J., Alexander, D., & Walker Jr., H. T. (1965). A standardized road-map test of direction sense. Baltimore: Johns Hopkins Press.

National Academy of Sciences (2006). *Learning to Think Spatially-GIS Across the K-12 Curriculum*. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.

National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, Reston, Va, N. C. T. M. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1966. 533 pp.

National Research Council. (2006). *Learning to think spatially*. Washington, D.C.: National Academies Press.

Newcombe, N. & Huttenlocher, J. (2000). *Making Space: The Development of Spatial Representation and Reasoning*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

- Nielsen, J. (1993) *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, San Francisco.
- O’Laughlin, E. M., & Brubaker, B. S. (1998). Use of landmarks in cognitive mapping: gender differences in self report versus performance. *Personality and Individual Differences*, 24(5), 595–601.
- Palermo, L., Iaria, G., Guariglia, C. (2008). Mental imagey skills and topographical orientation in humans: A correlation study. *Behavioural Brain Research*, 192(2008), 248-253.
- Portugali, J. Ed. (1996). *The construction of cognitive maps*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Practising mental rotation using interactive Desktop Mental Rotation Trainer (iDeMRT) Ahmad Rafi Khairulanuar Samsudin. *British Journal of Educational Technology*. [Volume 40, Issue 5](#), pages 889–900, September 2009
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H (2002). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons sed.
- Prieto, G., & Velasco, A. (2008). Entrenamiento de la visualización espacial mediante ejercicios informatizados de dibujo técnico. *Psicología Escolar e Educativa*, 12 (2), 309-317.
- Sadalla, E. K., & Montello, D. R. (1989). Remembering changes in direction. *Environment and Behavior*, 21, 346–363.
- Rakshit, R., Ogneva-Himmelberger, Y. (2008). Application of Virtual Globes in Education. *Geography Compass*, 2 (6), 1995-2010.
- Rodríguez, A. (2011). Ide, neocartografía y globos virtuales. La democratización de la cartografía. *TopCart*, 28 (159), 32-34.
- Rodríguez, A.F., Abad, P., Alonso, J.A., & Sánchez, A. (2009). La globalización de la información Mejía Avila, D., *Mapping*, Vol. (125) (2008) 42-47.
- Rodríguez, A.F., Alonso, J.L., Jiménez, A., Power, A., Sánchez, A., Vilches, L.M. (2007). *How to deal with terrestrial and oceanic information using SDI technologies*. In: 8th International Symposium on GIS and Computer Mapping

for Coastal Zone Management (coastGIS'07), 8 – 10. October 2007, Santander (Spain).

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 inédita*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. España.

Saorín, J., De la Torre, J., Martín, N., Carbonell, C., Contero, M. (2011). Tabletas digitales para la docencia del dibujo, diseño y artes plásticas. *Teoría de la Educación, Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 12(2), 259-279.

Saucier, D. M., Green, S. M., Leason, J., MacFadden, A., Bell, S., & Elias, L. J. (2002). Are sex differences in navigation caused by sexually dimorphic strategies or by differences in the ability to use the strategies? *Behavioral Neuroscience*, 116(3), 403–410.

Sánchez, J.; Salinas, A. & Sáenz, M. (2007). Mobile game-based methodology for science learning. *Human-Computer Interaction. HCI Applications and Services. Lecture Notes in Computer Science*, 4553, 322-331.

Sandstrom, N. J., Kaufman, J., & Huettel, S. A. (1998). Males and females use different distal cues in a virtual environment navigation task. *Cognitive Brain Research*, 6, 351–360.

Seguin, .E. *Idiocy: Treatment by Physiological Method*. New York: Teachers College, Columbia University, 1907.

Serral, I., & Jornada, R. (2007). *Implementación de un SIG para la gestión del litoral marítimo catalán y su difusión en la web*. 7th Geomatic week, Barcelona, 20-23 Febrero.

Sharples, M. (2000). The Design of Personal Mobile Technologies for Lifelong Learning. *Computers and Education*, 34, 177-193.

Smith, I. M. (1964). *Spatial ability, its educational and social significance*. San Diego, CA: Robert R. Knapp.

Schmitz, S. (1997). Gender related strategies in environmental development: effect of anxiety on wayfinding in and representation of a three-dimensional maze. *Journal of Environmental Psychology*, 17, 215–228.

- Schultz, R.B., Kreski, J.J. & Patterson, T.C. (2008). The Use of Virtual Globes as a Spatial Teaching Tool with Suggestions for Metadata Standards. *Journal of Cartography*, 107 (1), 27-34
- Simons, D. J., & Wang, R. F. (1998). Perceiving real-world viewpoint changes. *Psychological Science*, 9, 315–320.
- Shelton, A. L., & McNamara, T. P. (1997). Multiple views of spatial memory. *Psychological Bulletin and Review*, 4, 102–106.
- Sorby, S. (1999). Developing 3-D Spatial Visualization Skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 63 (2), 21–32.
- Sorby, S. (1999): *Spatial Abilities and Their Relationship to Computer Aided Design Instruction*. Proceeding of the 1999 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition. Charlotte, NC; USA.
- Suárez, J., Rubio, R., Gallego, R., Martín, S. (2004). Desarrollo de un entrenador para la percepción espacial basado en realidad virtual mediante tecnologías de dominio público. XII Congreso universitario de innovación educativa en las enseñanzas técnicas. Barcelona.
- Suydam, M. N. (1985), “The shape of instruction in geometry: Some highlights from research”, *Mathematics Teacher*, núm. 78, pp. 481-486.
- Tate, N. J., Unwin, D.J. (2009). Teaching GIS&T. *Journal of Geography in Higher Education*, 33 (1), 51-56
- Taylor, H. A., & Tversky, B. (1992a). Descriptions and depictions of environments. *Memory and Cognition*, 20 (5), 483–496.
- Taylor, H. A., & Tversky, B. (1992b). Spatial mental models derived from survey and route descriptions. *Journal of Memory and Language*, 31(2), 261–292.
- Thurstone, L. L. (1950). Some primary abilities in visual thinking (Rep. no. 59). Chicago, IL: Psychometric Laboratory, University of Chicago.
- Thurstone, L. L., & Thurstone, T. G. (1941). Factorial studies of intelligence. *Psychometric Monographs*, 2.

Turos, J., & Ervin, A. (2000). Training and Gender Differences on a Web-Based Mental Rotation Task. *The Penn State Behrend Psychology Journal*, 4 (2), 3-12.

Universidad a Distancia de Madrid (2011). iPad sí, pero con limitaciones. Disponible en <http://www.udima.es/es/resultados-proyecto-ipad-udima.html> Consultado: junio 2011.

Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 599–604.

Villanueva, J. (2003). Geografía y Educación Secundaria. De la guerra civil a la Democracia.

Voyer, D., Nolan, C., & Voyer, S. (2000). The Relation Between Experience and Spatial Performance in Men and Women. *Sex Roles*, 43, 891-915.

Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. (1995). Magnitude of Sex Differences in Spatial Abilities: A Meta-Analysis and Consideration of Critical Variables. *Psychological Bulletin*, 117, 250-270.

U.S. department of transportation, federal aviation administration (2010) *Aeronautical Information Manual. Official guide to basic flight information and atc procedures*. Consultado en junio 2011 en <http://www.faa.gov/atpubs>

Waller, D., Knapp, D., & Hunt, E. (2001). Spatial representations of virtual mazes: the role of visual fidelity and individual differences. *Human Factor*, 43(1), 147–158.

Waller, D., Knapp, D., & Hunt, E. (2001). Spatial representations of virtual mazes: the role of visual fidelity and individual differences. *Human Factor*, 43(1), 147–158.

Walter, K., Roberts, A., & Brownlow, S. (2000). Spatial perception and mental rotation produce gender differences in cerebral hemovelocity: A TCD study. *Journal of Psychophysiology*, 14, 37-45.

Ward, S. L., Newcombe, N., & Overton, W. F. (1986). Turn left at the church, or three miles North. A study of direction giving and sex differences. *Environment and Behavior*, 18(2), 192–213.

REFERENCIAS

Wiley, S.E. (1990) Computer Graphics and the development of visual perception in engineering graphics curricula. *Engineering Design Graphics Journal* 54 (3), 30-35

1.

Wolbers, T., Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Sciences*, 14(3), 136-146.

Wu, P.Y., Konhun, F.G. (2009). The skill sets for geographic information system focuses: competitive intelligence in the information systems curricula. *Issues in Information Systems*, 10 (1), 232.-236.

Zacks, J., Rypma, B., Gabrieli, J. D. E., Tversky, B., & Glover, G. H. (1999). Imagined transformations of bodies: An fMRI investigation. *Neuropsychologia*, 37, 1029–1040.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1: Perspective Taking Spatial Orientation Test

Perspective Taking/Spatial Orientation Test

Developed by Mary Hegarty, Maria Kozhevnikov, David Waller

This package contains:

- test instructions
- test
- answer key

It is important that the instructions are followed carefully when administering the test. In particular, participants should not be allowed to make any marks on the diagram showing the configuration of objects, and they should not be allowed to rotate the test booklet.

Further information on the ability measured by this test can be found in the following publications. This version of the test was used by Hegarty and Waller (2004) and is a revised version of the test used by Kozhevnikov and Hegarty (2001).

Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, *32*, 175-191.

Kozhevnikov, M., & Hegarty, M. (2001). A dissociation between object-manipulation and perspective-taking spatial abilities. *Memory & Cognition*, *29*, 745-756.

For electronic copies of those publications and this test package, see:

<http://www.psych.ucsb.edu/~hegarty/>

Spatial Orientation Test

This is a test of your ability to imagine different perspectives or orientations in space. On each of the following pages you will see a picture of an array of objects and an “arrow circle” with a question about the direction between some of the objects. For the question on each page, you should imagine that you are standing at one object in the array (which will be named in the center of the circle) and facing another object, named at the top of the circle. Your task is to draw an arrow from the center object showing the direction to a third object from this facing orientation.

Look at the sample item on the next page. In this item you are asked to imagine that you are standing at the flower, which is named in the center of the circle, and facing the tree, which is named at the top of the circle. Your task is to draw an arrow pointing to the cat. In the sample item this arrow has been drawn for you. In the test items, your task is to draw this arrow. Can you see that if you were at the flower facing the tree, the cat would be in this direction? Please ask the experimenter now if you have any questions about what you are required to do.

There are 12 items in this test, one on each page. For each item, the array of objects is shown at the top of the page and the arrow circle is shown at the bottom. Please do not pick up or turn the test booklet, and do not make any marks on the maps. Try to mark the correct directions but do not spend too much time on any one question.

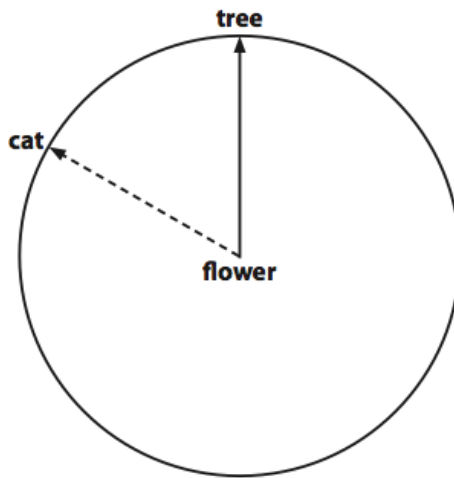
You will have 5 minutes for this test.

Spatial Orientation Test

Name: _____

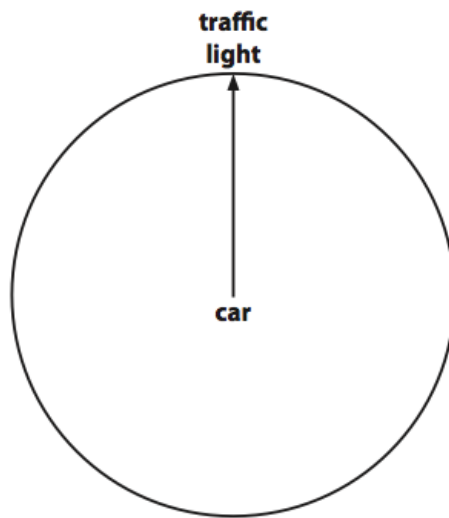


Example:
Imagine you are standing at the **flower** and facing the **tree**.
Point to the **cat**.



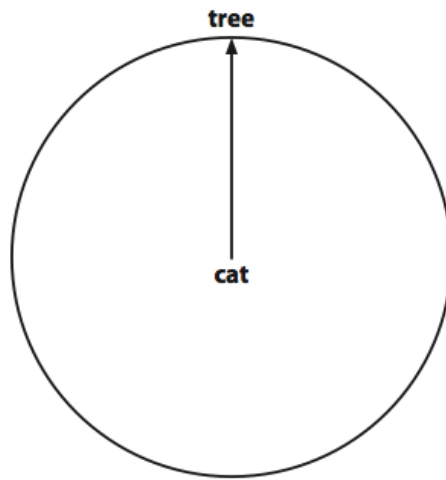


1. Imagine you are standing at the **car** and facing the **traffic light**. Point to the **stop sign**.



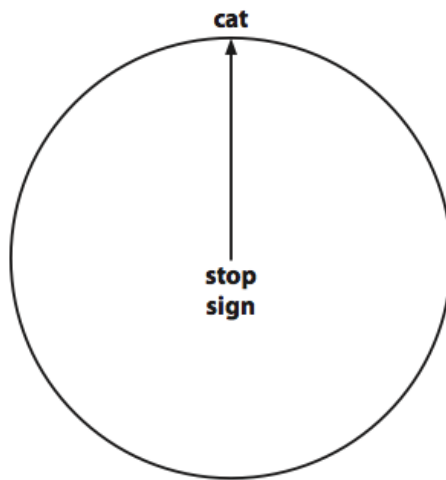


2. Imagine you are standing at the **cat** and facing the **tree**.
Point to the **car**.



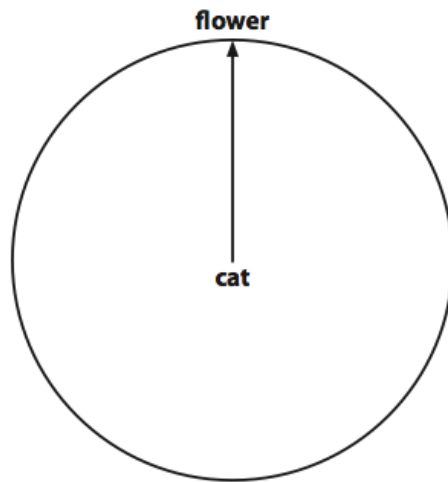


3. Imagine you are standing at the **stop sign** and facing the **cat**.
Point to the **house**.



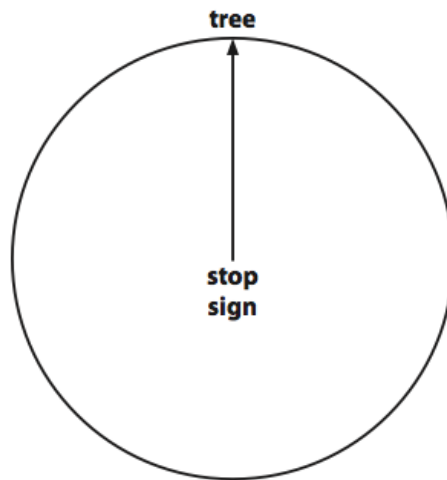


4. Imagine you are standing at the **cat** and facing the **flower**.
Point to the **car**.



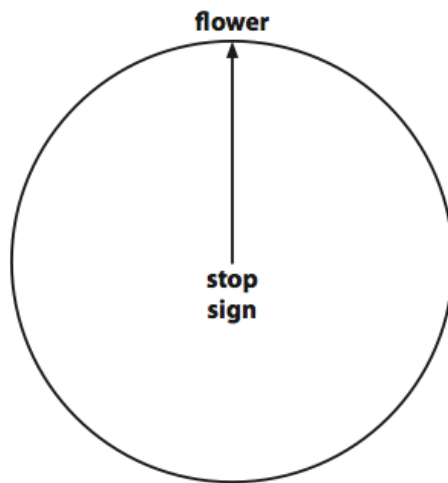


5. Imagine you are standing at the **stop sign** and facing the **tree**.
Point to the **traffic light**.



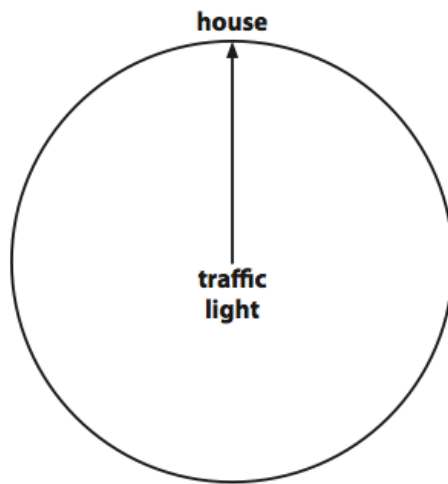


6. Imagine you are standing at the **stop sign** and facing the **flower**.
Point to the **car**.



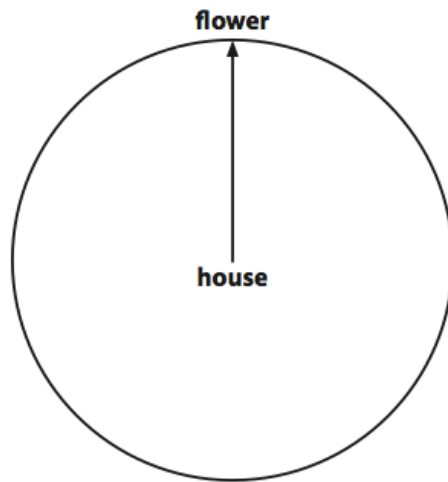


7. Imagine you are standing at the **traffic light** and facing the **house**.
Point to the **flower**.



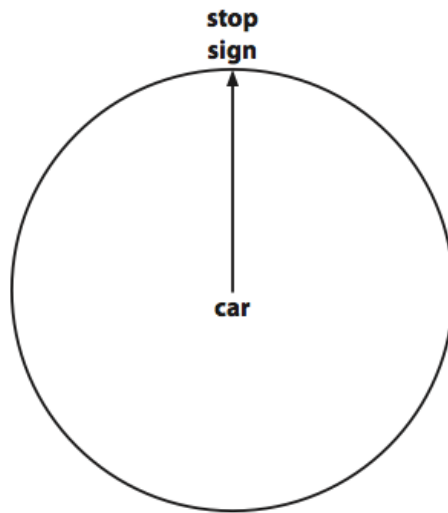


8. Imagine you are standing at the **house** and facing the **flower**.
Point to the **stop sign**.



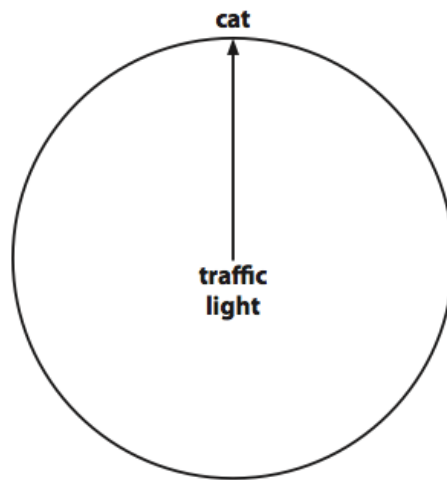


9. Imagine you are standing at the **car** and facing the **stop sign**.
Point to the **tree**.



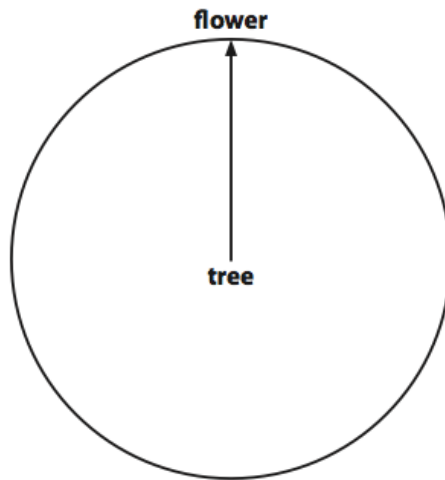


10. Imagine you are standing at the **traffic light** and facing the **cat**.
Point to the **car**.



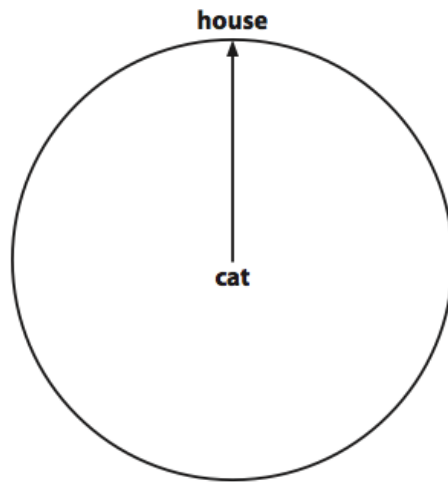


11. Imagine you are standing at the **tree** and facing the **flower**.
Point to the **house**.





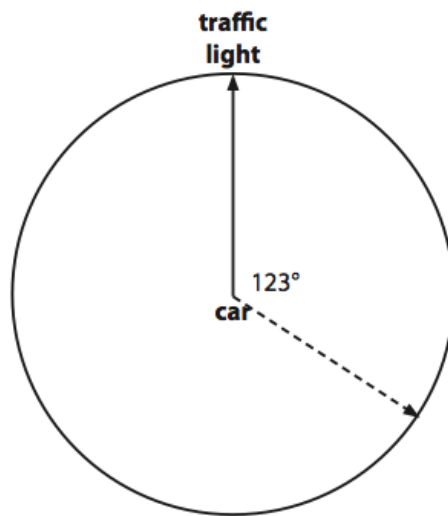
12. Imagine you are standing at the **cat** and facing the **house**.
Point to the **traffic light**.



Answer Key

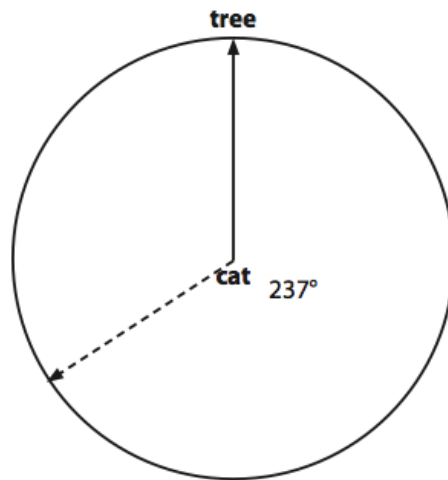


1. Imagine you are standing at the **car** and facing the **traffic light**. Point to the **stop sign**.



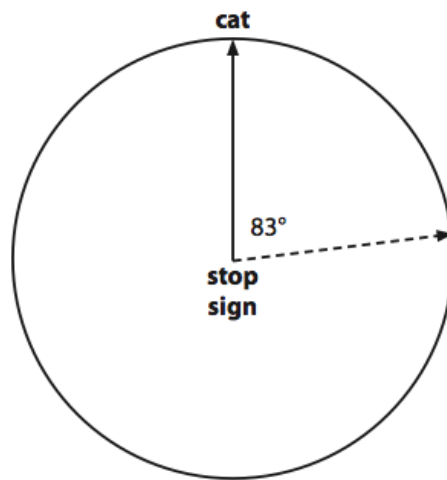


2. Imagine you are standing at the **cat** and facing the **tree**.
Point to the **car**.



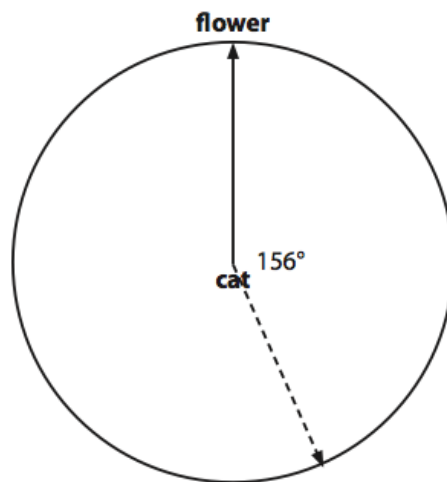


3. Imagine you are standing at the **stop sign** and facing the **cat**.
Point to the **house**.



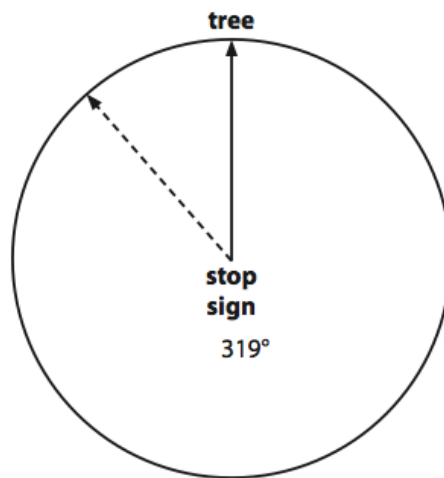


4. Imagine you are standing at the **cat** and facing the **flower**.
Point to the **car**.



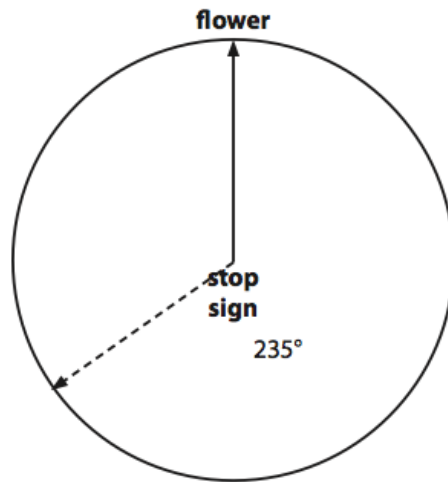


5. Imagine you are standing at the **stop sign** and facing the **tree**.
Point to the **traffic light**.



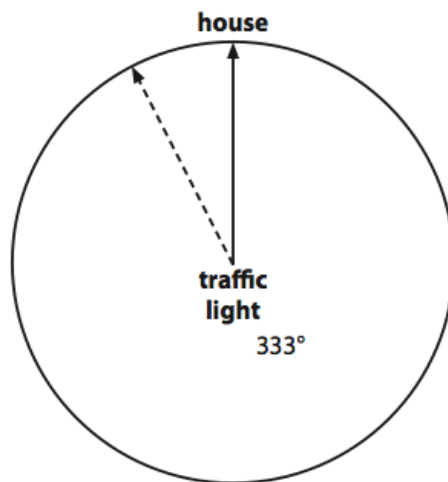


6. Imagine you are standing at the **stop sign** and facing the **flower**.
Point to the **car**.



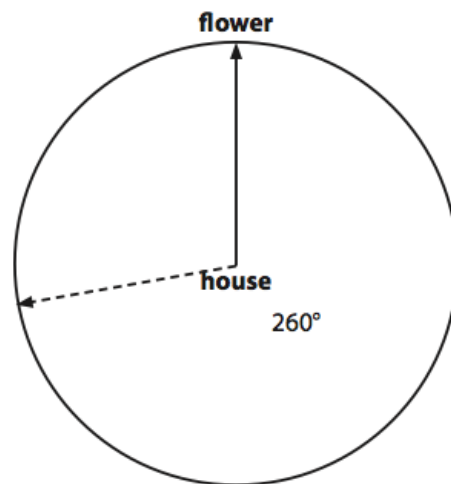


7. Imagine you are standing at the **traffic light** and facing the **house**.
Point to the **flower**.



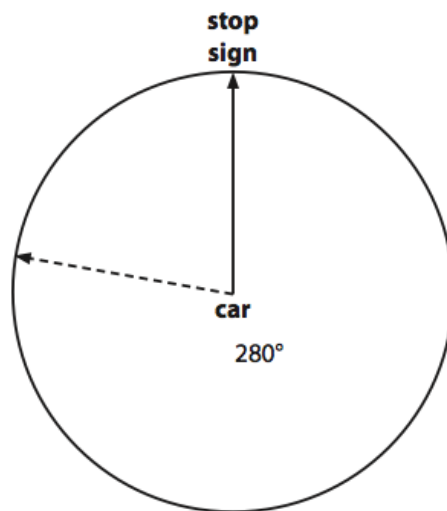


8. Imagine you are standing at the **house** and facing the **flower**.
Point to the **stop sign**.



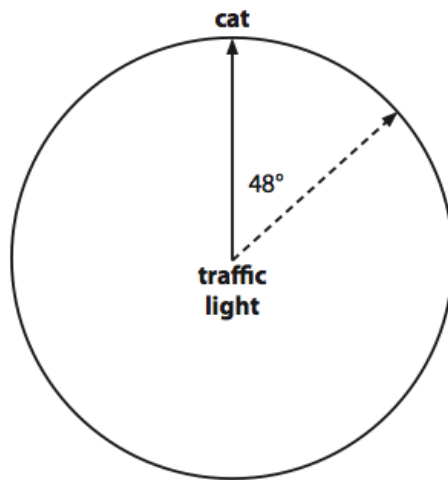


9. Imagine you are standing at the **car** and facing the **stop sign**.
Point to the **tree**.



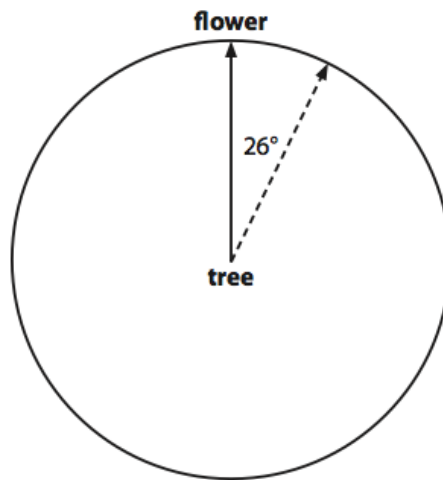


10. Imagine you are standing at the **traffic light** and facing the **cat**.
Point to the **car**.



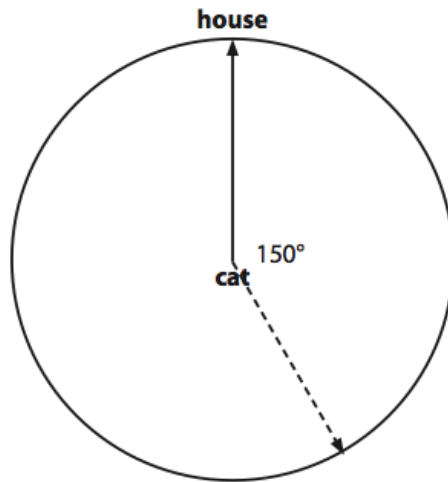


11. Imagine you are standing at the **tree** and facing the **flower**.
Point to the **house**.





12. Imagine you are standing at the **cat** and facing the **house**.
Point to the **traffic light**.



ANEXO 2: Funcionamiento de la IDE Canarias en iPad

Correos electrónicos entre el autor y la empresa pública GRAFCAN sobre el funcionamiento de la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias en iPad.

De: ccarbone@ull.es

Asunto: IDE en IPAD.

Fecha: 1 de septiembre de 2010

Mensaje:

Hola, buenos días.

Soy profesor de la Universidad de La Laguna, del área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. En la planificación de la docencia de mis asignaturas incluyo el uso de la IDE Canarias como material docente, plataforma de información territorial que considero desde que salió como un grandísimo avance en la difusión de la información geográfica. Enhorabuena por su buen hacer.

Paralelamente, en el desarrollo de mi tesis doctoral, me encuentro evaluando la usabilidad de dispositivos de pantalla táctil (tipo IPAD de Apple) como herramienta docente.

El problema que encuentro es que al usar el visor de la IDE CANARIAS con el IPAD no puedo hacer zoom ni arrastrar la imagen con los dedos, he de hacer uso de la ampliación y disminución de zoom con los aplicativos "+" y "-" que aparecen en el menú, lo que LIMITA CONSIDERABLEMENTE el rendimiento y la usabilidad de la IDE en dispositivos de pantalla táctil. Además, tampoco se pueden obtener perfiles.

Curiosamente, esto no ocurre con Google Earth, ni con Google Maps ni con otras aplicaciones de información geográfica a las que accedo, con lo cual entiendo que es posible conseguirlo con la IDE Canarias también.

Me pregunto si sería posible subsanar este problema al objeto de poder utilizar la IDE Canarias desde un IPAD pudiendo ejecutar zooms y arrastres de imagen directamente con las manos.

Consulté al personal de Apple y me comentaron que no era una carencia del IPAD, sino que la limitación estaba en la IDE, que no permitía este uso.

Habida cuenta de la proliferación de dispositivos de pantalla táctil en el mercado y de nsus enormes posibilidades entiendo que no poder trabajar con la IDE Canarias es una verdadera pena, y que limita su uso considerablemente, cuestión que pongo en su conocimiento por si estiman oportuno darle alguna solución.

Si necesitaran que me pasara por allí con un IPAD para mostrarles lo que describo con mucho gusto lo haré. Me tienen a su disposición en el 629136506.

Sin otro particular, y agradeciendo la atención prestada, quedo a la espera de su contestación.

Carlos Carbonell Carrera

Respuesta de GRAFCAN:

De: IDECanarias

Asunto: [#744152] IDE e IPAD

Fecha: 15 de septiembre de 2010 13:15:32 gmt+01:00

Mensaje:

Muy buenas D. Carlos.

Antes de nada le damos las gracias por dirigirse a nuestra empresa y ser usuario de nuestros servicios.

En relación a su consulta le informamos que en la plataforma de la IDE de Canarias hemos puesto un recursos más utilizado un visor disponible en el mercado pero la IDE no son visores sino como se estandariza la información geográfica permitiendo así la interoperabilidad entre los sistemas todo ello atendiendo a las recomendaciones OGC. Así nos podemos encontrar muchas plataformas IDE que no incluyen dentro de sus servicios ningún visualizador de información sino sus servicios WMS, WFCS, WCS, etc.

IDECanarias dispone como un recursos más para los usuarios que lo deseen utilizar pues el visor web con tecnología AJAX que funciona dentro del entorno de un navegador web, por tanto dentro de un iPhone o iPad nuestro visor se está viendo desde el navegador Safari integrado.

En el caso del google maps y Earth son aplicaciones específicas desarrolladas por Google para el iPhone. Para que IDECanarias se pueda ver correctamente en estos dispositivos debemos adaptar el código del visor a los requerimientos de estos dispositivos.

Este que nos indican nuestros técnicos ya lo habían detectado y es por ello que dentro de hacer más amigables estos entornos el departamento de ingeniería de Grafcan ya ha comenzado un proyecto en este sentido para generar un visor adaptado a estos dispositivos.

Como por ejemplo la realidad virtual aumentada disponible ya para el Iphone y androide descargando el programa Layar pudiendo así disponer de nuestros puntos de interes turisticos desde esa plataforma.

Esperando haberle podido atender, reciba un cordial saludo.

Dpto. de Atención al Cliente.-

Nota del autor:

En enero de 2011 el departamento de ingeniería de Grafcan terminó de solucionar el problema detectado, y la IDECanarias se encuentra desde esa fecha plenamente operativa para estos dispositivos, lo que permitió realizar experiencias con la IDECanarias dentro del Taller tablet-TIG.

ANEXO 3: Encuesta uso de tecnologías entre alumnos universitarios de nuevo ingreso

| ENCUESTA USO DE TECNOLOGÍAS ENTRE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO | |
|---|---|
| PREGUNTA | RESPUESTA |
| Sexo | Hombre Mujer |
| Edad | |
| ¿Eres diestro o zurdo? | Diestro Zurdo Ambidiestro |
| ¿Con qué estudios previos accedes a la Universidad? | Bachillerato Formación Profesional Otra carrera Mundo laboral Otras |
| ¿Cual es tu nota de P.A.U.? | |
| ¿Trabajas actualmente? | Sí No |
| ¿Eres repetidor? | Sí No |
| ¿Has estudiado topografía o cartografía con anterioridad? | Sí No |
| ¿Cuántos años has estudiado topografía o cartografía? | |
| ¿En qué niveles? (ESO, Bachiller, Ciclos formativos, etc) | |
| ¿Has utilizado alguna aplicación CAD (diseño asistido por ordenador) tipo Autocad, SketchUp, etc? | Sí No |
| ¿Qué aplicaciones de topografía o cartografía has usado? | |
| ¿Qué grado de interés tienes por el mundo de la informática, los ordenadores y los avances tecnológicos en general? | Nada (1) Poco (2) Algo (3) Bastante (4) Mucho (5) |
| ¿Qué tecnologías usas de la siguiente lista? | Ordenador de mesa o portátil Tablet PC Ipod Touch IPAD Móvil |

ANEXOS

| | |
|--|---|
| | Cámaras digitales |
| ¿Posees alguna de estas tecnologías? Di cuál: | |
| ¿Cuántas horas diarias utilizas el ordenador? | Menos de 1 Entre 1 y 2 Entre 2 y 4 Entre 4 y 8 Más de 8 No lo uso |
| Utilizas el ordenador para: | Estudiar Trabajar Entretenimiento No lo uso Otros |
| ¿Dispones de algún dispositivo de pantalla táctil? | Sí No |
| ¿De qué dispositivo de pantalla táctil haces uso? | Tablet PC Ipod Touch Ipad Iphone Teléfono móvil con pantalla táctil Otros |
| ¿Que tipo de material didáctico prefieres? | Material en papel Material en formato presentación powerpoint Material en formato PDF Material en formato video Material digital en cualquier formato |
| ¿Juegas habitualmente con videojuegos? | Sí No |
| ¿Cuántas horas a la semana le dedicas a los videojuegos? | |
| ¿Con qué frecuencia te conectas a internet? | Nunca (1) Rara vez (2) Una vez al mes (3) Dos o tres veces por semana (4) Todos los días (5) |
| ¿Dónde te sueles conectar a internet? | Desde casa En la universidad/trabajo En el Ciber En casa de un amigo No me conecto |
| ¿Qué tipo de conexión tienes en casa? | Inalámbrica ADSL Teléfono Conexión Cable |

ANEXOS

| | |
|---|--|
| | Otras No dispongo |
| ¿Qué servicios de internet usas habitualmente? | E-mail Chats Búsquedas web Juegos Descargas (música, películas, etc.) |
| ¿Usas mapas, planos o algún documento cartográfico de manera frecuente? | Sí No |
| ¿Con qué frecuencia? | Todos los días Alguna vez a la semana Alguna vez al mes Alguna vez al año Nunca |
| ¿Qué uso le das? | Buscar lugares Medir distancias Medir superficies Trabajo Turismo Otros |
| ¿Usas plataformas de información Geográfica como Google Earth, Google Maps, ArcGis, Infraestructuras de datos espaciales, MAPAS (Apple)...? | Sí No |
| ¿Utilizas Google Earth? | Sí No |
| ¿Con qué frecuencia? | Todos los días Alguna vez a la semana Alguna vez al mes Alguna vez al año Nunca |
| ¿Qué uso le das? | Ninguno Buscar lugares Planificar una ruta (Cómo llegar de A a B) Medir distancias Medir superficies Consultar Cartografía Descargar Cartografía Visualizar en 3D el terreno Lo utilizo en mi trabajo Lo utilizo para planificar mis vacaciones Lo utilizo cuando quedo con mis amigos, enviándoles la dirección en una etiqueta Lo utilizo para conocer lugares Para obtener información temática (descripción de lugares, fotos, localización de restaurantes, tiendas...) |

ANEXOS

| | |
|---|--|
| | Documentar trabajos en mis estudios universitarios |
| ¿Qué capa (modo de visualizar el terreno) empleas? | Cartografía (mapas) Imágenes (ortofotos, fotos aéreas) |
| ¿Utilizas Google Maps? | Sí No |
| ¿Con qué frecuencia? | Todos los días Alguna vez a la semana Alguna vez al mes Alguna vez al año Nunca |
| ¿Qué uso le das? | Buscar lugares Planificar una ruta (Cómo llegar de A a B) Medir distancias Consultar Cartografía Descargar Cartografía Visualizar lugares con Street View Descargar Cartografía Visualizar en 3D el terreno Lo utilizo en mi trabajo Lo utilizo para planificar mis vacaciones Lo utilizo cuando quedo con mis amigos, enviándoles la dirección en una etiqueta Lo utilizo para conocer lugares Para obtener información temática (descripción de lugares, fotos, localización de restaurantes, tiendas...) Documentar trabajos en mis estudios universitarios Ninguno |
| ¿Qué capa (modo de visualizar el terreno) empleas? | Cartografía (mapas) Imágenes (ortofotos, fotos aéreas) |
| ¿Utilizas la aplicación MAPAS residente en los Ipod Touch, Iphone o Ipad? | Sí No |
| ¿Con qué frecuencia? | Todos los días Alguna vez a la semana Alguna vez al mes |

ANEXOS

| | |
|--|--|
| | Alguna vez al año Nunca |
| ¿Qué uso le das? | Ninguno Buscar lugares Planificar una ruta (Cómo llegar de A a B) Consultar Cartografía Visualizar en 3D el terreno Lo utilizo en mi trabajo Descargar Cartografía Visualizar en 3D el terreno Lo utilizo en mi trabajo Lo utilizo para planificar mis vacaciones Lo utilizo cuando quedo con mis amigos, enviándoles la dirección en una etiqueta Lo utilizo para conocer lugares Para obtener información temática (descripción de lugares, fotos, localización de restaurantes, tiendas...) Documentar trabajos en mis estudios universitarios |
| ¿Qué capa (modo de visualizar el terreno) empleas? | Cartografía (mapas) Imágenes (ortofotos, fotos aéreas) |
| ¿Utilizas las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) disponibles en red) | Sí No |
| ¿Con qué frecuencia? | Todos los días Alguna vez a la semana Alguna vez al mes Alguna vez al año Nunca |

ANEXOS

| | |
|--|---|
| <p>¿Qué uso le das?</p> | <p>No le doy ningún uso Buscar lugares Planificar una ruta (Cómo llegar de A a B) Medir distancias Medir superficies Obtener perfiles Consultar Cartografía Descargar Cartografía Visualizar en 3D el terreno Lo utilizo en mi trabajo Lo utilizo para planificar mis vacaciones Lo utilizo cuando quedo con mis amigos, enviándoles la dirección en una etiqueta Lo utilizo para conocer lugares Para obtener información temática (descripción de lugares, fotos, localización de restaurantes, tiendas...) Utilizo la capa de red geodésica Utilizo la capa de caracterización del suelo Utilizo la capa de ordenación del territorio Utilizo la capa de zonas protegidas Utilizo la capa de agricultura y ganadería Utilizo la capa de energía Utilizo la capa de calidad ambiental Utilizo la capa de catastro y registros inmobiliarios Utilizo la capa de mapas históricos Documentar trabajos en mis estudios universitarios</p> |
| <p>¿Qué capa (modo de visualizar el terreno) empleas?</p> | <p>Cartografía (mapas) Imágenes (ortofotos, fotos aéreas)</p> |
| <p>¿Estarías interesado en participar en un curso sobre el uso de tecnologías de información geográfica con dispositivos de pantalla táctil?</p> | <p>Sí No</p> |

ANEXO 4: Encuesta alumnos grados ingeniería ámbito náutico-marítimo

Sexo

Mujer
Hombre

Edad

¿Con qué edad accedes a la Universidad?

¿Con qué estudios previos accedes a la Universidad?

Bachillerato
Formación Profesional
Otra carrera
Mundo laboral
Otras

¿Cuál es tu nota de la P.A.U.?

¿Qué grado de interés tienes por el mundo de la informática, los ordenadores y los avances tecnológicos en general?

Nada
Poco
Algo
Bastante
Mucho

¿Qué tecnologías usas de la siguiente lista?

Ordenador de mesa o portátil
Tablet PC
Ipod
Touch
Ipad

¿De qué dispositivo de pantalla táctil haces uso?

Tablet PC
Ipod Touch
Ipad Iphone
Teléfono móvil con pantalla táctil
Otros
Ninguno

¿Posees un Ipod Touch?

Sí

No

¿Posees un Ipad?

Sí

No

¿Posees un Tablet PC?

Sí

No

¿Posees un Iphone?

Sí

No

¿Posees un teléfono móvil con pantalla táctil?

Sí

No

¿Cuántas horas diarias utilizas el ordenador?

Menos de 1

Entre 1 y 2

Entre 2 y 4 Entre 4 y 8

Más de 8

No lo uso

Utilizas el ordenador para:

Estudiar

Trabajar

Entretenimiento

Otros

No lo uso

¿Has estudiado dibujo técnico con anterioridad?

Sí

No

¿Cuántos años has estudiado dibujo técnico?

¿En qué niveles?

Bachillerato
Ciclo formativo
Universidad
Otros (academias... etc)

Último año en el que has estudiado dibujo técnico

¿Has utilizado alguna aplicación CAD (diseño asistido por ordenador) tipo Autocad, SketchUp, etc?

Sí
No

¿Qué versión (2000, 2004, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011...) de Autocad has utilizado?

¿Te crees capaz de realizar un modelo 3D con ordenador?

Sí
No
No se

¿Conoces la realidad aumentada?

Sí
No

Respecto al Dibujo Técnico en general: ¿Cómo valoras tus conocimientos?

Muy malos
Malos
Regular
Buenos
Muy buenos

Al cursar la asignatura de Dibujo Técnico (o similar) pensaste que era

Aburrida
Difícil
Fácil
Útil
Poco útil
Interesante
Me resultó indiferente

¿Crees tener dificultades con el Dibujo Técnico?

Sí
No
No se

¿Qué contenidos te resultan más difíciles?

Diédrico
Perspectiva
Trazados Geométricos
Vistas Normalizadas
Acotación Normalizada
Cortes y Secciones

¿Crees que los medios digitales aportan valor a tu formación?

Sí
No
No se

¿Tienes acceso a ordenador en tu Universidad?

Sí
No

¿Qué tipo de material didáctico prefieres?

En papel (apuntes, libros...)
En presentación tipo Power Point
En formato PDF
En otros formatos digitales (flash, vídeos...)

¿Crees que el empleo de herramientas de modelado 3D como Google SkechUp mejoraría tu capacidad de visión espacial?

Sí
No
No se

¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp puede mejorar tu Capacidad para aplicar los sistemas de representación espacial, el desarrollo del croquis, la proporcionalidad, el lenguaje y las técnicas de la representación gráfica de los elementos y procesos constructivos?

Sí
No
No se

¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google Sketchup puede mejorar tus Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica?

Sí
No
No se

¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp podría mejorar tus resultados de aprendizaje en el conocimiento y comprensión de las técnicas de representación?

Sí
No
No se

¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp podría mejorar tus resultados de aprendizaje en el diseño asistido por ordenador?

Sí
No
No se

¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp podría mejorar tus resultados de aprendizaje en fundamentos de diseño industrial?

Sí
No
No se

¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp podría mejorar tus resultados de aprendizaje en la interpretación de planos de instalaciones marinas?

Sí
No
No se

¿Crees que el uso de herramientas de modelado 3D como Google SketchUp podría mejorar tus resultados de aprendizaje en Normalización?

Sí
No
No se

¿Has estudiado Topografía con anterioridad?

Sí
No

¿Cuántos años?

¿En qué niveles has estudiado Topografía

En ninguno
En la ESO
En el Bachiller
En ciclos formativos
En la Universidad
Otros

¿Usas plataformas de información geográfica como Google Earth, Google Maps, ArcGis, Mapas (Apple)... etc?

Sí
No

¿Utilizas Google Earth?

Sí
No

¿Con qué frecuencia?

Todos los días
Alguna vez a la semana
Alguna vez al mes
Alguna vez al año
Nunca

¿Qué uso le das?

Buscar lugares
Planificar una ruta (cómo llegar de A a B)
Medir distancias
Medir superficies
Consultar mapas, cartografía
Descargar mapas, cartografía
Visualización 3D del terreno
Para planificar mis vacaciones
En el trabajo
Para fines sociales: para quedar con mis amigos, enviándoles la dirección en una etiqueta o un pantallazo
Para conocer lugares, explorar por ahí
Para obtener información temática: descripción de lugares, fotos, reseñas históricas, localización de restaurantes, tiendas...
Para documentar trabajos en mis estudios universitarios
Otros

No lo uso para nada

¿Qué capa (modo de visualizar el terreno) es la que más empleas?

Cartografía (mapas)

Imágenes (fotos aéreas)

Ninguna, no lo uso

¿Utilizas Google Maps?

Sí

No

¿Con qué frecuencia?

Todos los días

Alguna vez a la semana

Alguna vez al mes

Alguna vez al año

Nunca

¿Qué uso le das?

Buscar lugares

Cómo llegar de A a B

Medir distancias

Consultar mapas, cartografía

Descargar mapas, cartografía

Visualizar lugares con Street View

En el trabajo

Para planificar mis vacaciones

7 de 10 23/10/11 08:47

Para fines sociales: para quedar con mis amigos enviándoles la dirección en una etiqueta o un pantallazo

Para conocer lugares, explorar por ahí

Para obtener información temática (descripción de lugares, fotos, reseñas históricas, wikipedia, localización de restaurantes, tiendas...)

Para documentar trabajos en mis estudios universitarios

Otros

No lo uso para nada

¿Qué capa (modo de visualizar el terreno) es la que más empleas?

Cartografía (mapas)

Imágenes (ortofotos, fotos aéreas)

Ninguna, no lo uso

¿Utilizas la aplicación MAPAS residente en los Ipod Touch, Iphone o Ipad?

¿Con qué frecuencia?

Todos los días
Alguna vez a la semana
Alguna vez al mes
Alguna vez al año
Nunca

¿Qué uso le das?

Buscar lugares
Planificar una ruta (cómo llegar de A a B)
Consultar mapas, cartografía
Visualizar en 3D el terreno
En el trabajo
Para planificar mis vacaciones
Para conocer lugares, explorar por ahí
Para obtener información temática (descripción de lugares, fotos, reseñas históricas, fotos, localización de restaurantes, tiendas...)
No lo uso para nada

¿Sabes lo que es una Infraestructura de Datos Espaciales?

Sí
No

¿Utilizas Infraestructuras de Datos Espaciales?

Sí
No

¿Con qué frecuencia?

Todos los días
Alguna vez a la semana
Alguna vez al mes
Alguna vez al año
Nunca

¿Qué uso le das?

Buscar lugares
Planificar una ruta (cómo llegar de A a B)
Medir distancias
Medir superficies
Obtener perfiles del terreno
Consultar mapas, cartografía

Descargar mapas, cartografía

Visualizar en 3D el terreno

En el trabajo

Para planificar mis vacaciones

Con fines sociales, cuando quedo con mis amigos para mandarles la dirección en una etiqueta o un pantallazo

Para conocer lugares, explorar por ahí

Para obtener información temática: catastral, urbanismo, medio ambiente, energía, ordenación del territorio, caracterización del suelo... etc. dependiendo de cada Infraestructura de Datos Espaciales)

Para documentar mis trabajos universitarios, sacar información

No lo utilizo para nada

¿Qué capa (modo de visualizar el terreno) es la que más empleas?

¿Conoces la existencia de Infraestructuras de Datos Espaciales especializadas en el sector náutico/ marítimo?

Sí

No

¿Sabes que es un SIG (Sistema de Información Geográfica)?

Sí

No

¿Crees que las plataformas de información geográfica descritas (Google earth, Google Maps, Mapas, Infraestructuras de Datos espaciales...) podrían ayudarte a interpretar la cartografía náutica?

Sí

No

No se

¿Crees que las plataformas de información geográfica descritas (Google earth, Google Maps, Mapas, Infraestructuras de Datos espaciales...) te podrían ayudar en el trazado de proyecciones cartográficas náuticas?

Sí

No

No se

¿Crees que las plataformas de información geográfica descritas (Google earth, Google Maps, Mapas, Infraestructuras de Datos espaciales...) te podrían ayudar a entender los sistemas de posicionamiento y la cartografía náutica?

Sí

No

No se

ANEXO 5: Encuesta POST-taller IDE

Las respuestas de esta encuesta se plantean en la escala de Likert:

*Totalmente en desacuerdo/ en desacuerdo/ni de acuerdo ni en desacuerdo/ de acuerdo/
Totalmente de acuerdo*

1. El contenido teórico del taller (Diferentes IDEs, para qué se usan...) está bien estructurado
2. El contenido práctico del curso está bien estructurado (ejercicios, ejemplos...)
3. Los ejercicios propuestos se adaptan a los contenidos de la IDECanarias
4. Los ejercicios propuestos se plantean de forma clara
5. Es sencillo acceder a los materiales del taller (Direcciones web estables)
6. El número de ejercicios es suficiente para las horas de trabajo propuestas
7. Me he sentido capaz de resolver los ejercicios propuestos
8. Me ha dado tiempo a resolver los ejercicios propuestos
9. El nivel de dificultad de los ejercicios planteados en el Taller IDE ha sido adecuado
10. Con este Taller IDE he asimilado rápidamente el funcionamiento de una IDE
11. El taller me ofrece un contenido útil
12. El taller me ha ayudado a comprender mejor el concepto de escala de un plano
13. Ahora interpreto mejor el relieve tanto en 2d como en 3d
14. Ahora comprendo mejor el concepto de coordenadas (tanto coordenadas geográficas Longitud y Latitud como coordenadas U.T.M.)
15. ¿Recomendarías el Taller a otros compañeros?
16. En términos generales, estoy satisfecho con el taller.
17. El manejo de Cartografía con la IDE es fácil e intuitivo
18. La IDE es una potente herramienta en la búsqueda de información geográfica georeferenciada
19. El funcionamiento de la IDE es estable, no se bloquea

20. El acceso a la Información geográfica es totalmente libre y gratuito
21. En la consulta de información no se producen errores
22. Me ha resultado fácil y rápida la consulta de mapas, ortofotos y datos temáticos
23. Me ha resultado fácil y rápido generar cartografía temática
24. Me ha resultado fácil y rápido medir distancias y superficies
25. La velocidad de respuesta de Cartografía de la IDE es adecuada
26. La velocidad de respuesta de datos temáticos de la IDE es adecuada
27. Creo que la IDE es una potente herramienta para mi desarrollo como estudiante
28. Creo que la IDE es una potente herramienta para mi desarrollo como profesional
29. ¿Recomendarías el uso de IDECanarias a un compañero?
30. Estoy satisfecho con el funcionamiento de la IDE
31. Es fácil y rápido aprender a utilizar la IDE
32. El resto de IDEs relacionadas con el ámbito marino que has visto en el taller (cuando estén funcionando sin errores): ¿Te parecen interesantes para tu carrera universitaria?
33. El resto de IDEs relacionadas con el ámbito marino que has visto en el taller (cuando estén funcionando sin errores): ¿Te parecen interesantes para el ejercicio de tu profesión?
34. El resto de IDEs relacionadas con el ámbito marino que has visto en el taller (cuando estén funcionando sin errores): ¿Crees que sería interesante incorporarlas en el plan de estudios de tu titulación? Es decir: que se impartieran clases con estas herramientas en alguna asignatura
35. El resto de IDEs relacionadas con el ámbito marino que has visto en el taller (cuando estén funcionando sin errores): ¿Crees que te ayudarían para documentar trabajos en tu carrera universitaria?
36. El resto de IDEs relacionadas con el ámbito marino que has visto en el taller (cuando estén funcionando sin errores): ¿Crees que te ayudarían para hacer, por ejemplo, un trabajo fin de carrera?

ANEXO 6: ENCUESTA POST-Taller Tablet-TIG.

Las respuestas de esta encuesta se plantean en la escala de Likert:

*Totalmente en desacuerdo/ en desacuerdo/ni de acuerdo ni en desacuerdo/ de acuerdo/
Totalmente de acuerdo*

1. La estructura del curso está bien diseñada para familiarizarse con un nuevo soporte de acceso a la información
2. La estructura del curso en torno a diferentes SIG es adecuada
3. La cobertura de red Wifi ha respondido bien para realizar el curso
4. La duración del curso es adecuada para la asimilación de los contenidos
5. Los materiales del curso (Ipads, Wifi, Fuentes consultadas) son suficientes para asimilar contenidos
6. Las explicaciones del profesor responden a las consultas planteadas
7. Los tutoriales han sido claros y adecuados a los contenidos del curso
8. El número de ejercicios propuesto es suficiente para las horas de trabajo propuestas
9. Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados
10. Me ha dado tiempo a realizar los ejercicios planteados
11. Los tutoriales ofrecidos me han ayudado a ejecutar los ejercicios
12. La resolución de pantalla del Ipad es muy buena
13. La iluminación de la pantalla es adecuada

14. La velocidad de procesamiento del Ipad es buena
15. El funcionamiento del Ipad en la consulta de información geográfica es estable, no se bloquea
16. La tecnología multi-touch funciona adecuadamente
17. El Ipad es una herramienta potente en la búsqueda de información geográfica
18. He echado de menos el ratón
19. El manejo de cartografía con el Ipad es muy fácil e intuitivo
20. El Ipad me parece una herramienta potente en el ejercicio profesional
21. El Ipad es una herramienta que proporciona una rápida respuesta en la búsqueda de inf. geog.
22. Los cambios de escala (zooms) se suceden con continuidad, sin saltos
23. La continuidad en el arrastre de imágenes me ayuda a orientarme
24. La posibilidad de consulta inmediata de inf. Geog. en cualquier momento y lugar es una gran ventaja
25. Es más sencilla la consulta de mapas con ipad que con un pc
26. Es más sencilla la exploración de mapas con un Ipad que con un PC
27. La exploración con Street View es continua, sin saltos
28. La IDE funciona correctamente bajo el soporte de IPAD

29. Google Earth funciona correctamente bajo el soporte de IPAD
30. Google Maps funciona correctamente bajo el soporte de IPAD
31. Mapas (Apple) funciona correctamente bajo el soporte de IPAD
32. Accedo rápidamente a la información geográfica en la IDE con el IPAD
33. Accedo rápidamente a la información geográfica en Google Earth con el IPAD
34. Accedo rápidamente a la información geográfica en Google Maps con el IPAD
35. Accedo rápidamente a la información geográfica en Mapas (Apple) con el IPAD
36. ¿Crees que el curso realizado cumple con la finalidad para la que ha sido planteado (análisis de usabilidad del IPAD y estudio orientación espacial)
37. El curso realizado ¿te parece útil para el desarrollo de la visión espacial?
38. ¿Crees que es necesario material didáctico adicional para realizar el curso?
39. ¿Crees que la aplicación Street View mejora tu orientación espacial?
40. ¿Crees que la opción de visualización en 3D te ayuda a interpretar el relieve del terreno?
41. ¿Crees que la opción de visualización en 3D te ayuda a desarrollar tu orientación espacial?
42. Para realizar este curso ¿podrías haber trabajado de forma autónoma? Es decir, sin necesidad de asistencia del profesor

ANEXOS

43. Los contenidos de información geográfica en Google Eart (bajo el soporte IPAD):
¿cumplen con tus expectativas?
44. Los contenidos de información geográfica en Google Maps (bajo el soporte IPAD):
¿cumplen con tus expectativas?
45. Los contenidos de información geográfica en la IDE (bajo el soporte IPAD): ¿cumplen
con tus expectativas?
46. Los contenidos de información geográfica en Mapas de Apple (bajo soporte IPAD):
¿cumplen con tus expectativas?
47. ¿Te parece interesante disponer de un SIG de información marina?
48. ¿Funciona adecuadamente el visor del Instituto Español de Oceanografía?
49. ¿Crees que una IDE de perfil náutico/ naval/ marítimo te ayudaría para documentar
trabajos en tus estudios universitarios?
50. ¿Crees que una IDE de perfil náutico/ naval/ marítimo te ayudaría en el ejercicio de tu
profesión de Ingeniero?
51. ¿Ampliarías los contenidos de Información Geográfica en la IDE (bajo soporte IPAD)?
52. ¿Ampliarías los contenidos de Información Geográfica Google Earth (bajo soporte
IPAD)?
53. ¿Ampliarías los contenidos de Información Geográfica en la Google Maps (bajo soporte
IPAD)?
54. ¿Ampliarías los contenidos de Información Geográfica en Mapas de Apple (bajo
soporte IPAD)?
55. El Ipad me ayuda a ser más efectivo
56. El Ipad me ayuda a ser más productivo

57. El Ipad es fácil de usar
58. EL Ipad me ayuda a ahorrar tiempo
59. EL Ipad tiene un funcionamiento muy simple
60. El Ipad es muy amigable
61. El Ipad es flexible
62. Podría usar un Ipad sin necesidad de instrucciones
63. Percibo que a mis compañeros les gusta el Ipad
64. Puedo usar el Ipad dónde y cuándo quiera
65. He aprendido rápido a utilizar el Ipad
66. Es fácil recordar cómo se usa el Ipad
67. Es fácil aprender a utilizar el Ipad
68. Estoy satisfecho con el funcionamiento del Ipad
69. Recomendaría el Ipad a un amigo
70. EL Ipad es divertido de usar
71. El Ipad hace lo que le pido
72. El Ipad es estupendo

73. EL Ipad es muy agradable de utilizar
74. ¿Bajo cual de estas opciones de visualización interpretas mejor el relieve?
75. ¿Bajo cual de estas opciones de visualización de relieve te orientas mejor?
76. ¿Cómo valoras el IPAD para trabajar con Información Geográfica?
77. Las exposiciones y explicaciones teóricas del profesor las calificarías como
78. El IPAD como herramienta de consulta de información geográfica me parece
79. La velocidad de navegación sobre cartografía con el IPAD me parece
80. La velocidad de navegación sobre imágenes con el IPAD me parece
81. El IPAD como herramienta de consulta de información geográfica me parece
82. El IPAD como herramienta de consulta de información geográfica me parece
83. ¿Crees que el uso de IPAD puede mejorar tu atención y motivación para el estudio de los contenidos de asignaturas relacionadas con Cartografía?
84. ¿Crees que el manejo de Cartografía e imágenes en IPAD desarrolla tu visión espacial?
85. ¿Crees que la opción de recolocar el Norte te ayuda a orientarte?
86. ¿Crees adecuada la impartición de estos cursos para mejorar tus conocimientos en materia de Cartografía?
87. ¿Crees adecuada la impartición de estos cursos para introducirse en el funcionamiento de un Sistema de Información Geográfica?

88. ¿Crees que este soporte (IPAD) es más cómodo que el papel en la consulta de Información geográfica?
89. ¿Crees que este soporte (IPAD) es más cómodo que el PC en la consulta de Información Geográfica?
90. ¿Crees que para buscar un lugar, orientarte, etc, este soporte (IPAD) es más cómodo que un plano en papel?
91. ¿Crees que el IPAD es una herramienta potente para el ejercicio de la Ingeniería?
92. ¿Crees que el IPAD va a sustituir al soporte de papel en la consulta de información geográfica?
93. ¿Qué soporte prefieres en la consulta de Información Geográfica en Gabinete?
94. ¿Qué soporte prefieres en la consulta de Información Geográfica en Campo?
95. ¿Qué soporte prefieres para orientarte buscando un lugar?
96. ¿Cuál de los servicios te ha resultado más fácil de usar?
97. ¿En cual de los servicios es más rápida la navegación?
98. ¿Cuál de los servicios ofrece más información?
99. ¿En cual de los servicios te orientas mejor buscando un lugar o haciendo un recorrido?
100. Aspectos a mejorar sobre el curso impartido
101. Aspectos que mejorarías en el Ipad
102. Aspectos que mejorarías en la aplicación IDE sobre IPAD

ANEXOS

103. Aspectos a mejorar en la aplicación Google Maps sobre Ipad
104. Aspectos que mejorarías en la aplicación Google Earth sobre Ipad
105. Aspectos que mejorarías en la aplicación Mapas de Apple

ANEXO 7: Encuesta POST-taller modelado 3D

Las respuestas de esta encuesta (con excepción de las preguntas 1,2,3 y 4) se plantean en la escala de Likert:

*Totalmente en desacuerdo/ en desacuerdo/ni de acuerdo ni en desacuerdo/ de acuerdo/
Totalmente de acuerdo*

1. Género
2. Edad
3. ¿Eres diestro o zurdo?
4. ¿Es la primera vez que realizas un taller de modelado 3D con una aplicación informática?
5. ¿Crees que ha sido provechoso este taller?
6. ¿Te interesaría realizar talleres similares de modelado 3D, pero más específicos ?
7. El material del taller tiene buena y cuidada presentación (figuras de aluminio, ficheros SketchUp, aula virtual,....)
8. La estructura del taller en dos fases (Iniciación y Perfeccionamiento) y cada fase en tres niveles (A, B y C), es adecuada.
9. Es sencillo ubicarte en el taller debido al diseño modular por fases de aprendizaje y niveles de complejidad.
10. La utilización de modelos físicos de aluminio para introducirnos en el Modelado 3D es adecuada.
11. El uso de modelos físicos con las caras coloreadas ha servido para facilitar la realización de los modelos 3D con Google SketchUp.
12. El grado de dificultad de los modelos físicos de aluminio ha sido adecuado.
13. La elección de la Aplicación Google SketchUp para los objetivos del taller ha sido acertada.
14. La presentación del enunciado en el fichero de trabajo ha permitido trabajar de forma más cómoda en el ejercicio planteado.
15. Los materiales del taller son suficientes para asimilar los contenidos.

ANEXOS

16. Me parece adecuado que el material del taller sirva para PC y Mac así como para formato de pantalla panorámica y 4:3
17. El número de ejercicios propuestos es suficiente para las horas de trabajo propuestas.
18. Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados.
19. Me ha dado tiempo de realizar los ejercicios planteados.
20. El contenido del taller me ha resultado claro
21. He entendido bien los ejercicios de este taller
22. La diferenciación de los distintos niveles haciendo uso del color me ha resultado adecuada.
23. El nivel de dificultad de los ejercicios lo considero adecuado en cada nivel.
24. Realizando los ejercicios, he estado mejor de lo que esperaba.
25. Los contenidos de este taller me han permitido entender mejor las vistas normalizadas.
26. Los contenidos de este taller me han servido para aprender a modelar objetos tridimensionales diferentes a las figuras propuestas.
27. La aplicación Google SketchUp ha mejorado mi visión espacial.
28. Google SketchUp me ha resultado fácil de aprender a utilizar.
29. La presentación de los ejercicios en el formato de Google SketchUp ha sido amigable.
30. He aprendido rápido a utilizar la aplicación Google SketchUp
31. Las herramientas disponibles en Google SketchUp han sido suficientes para la realización de ejercicios propuestos.
32. La barra de herramientas vistas (isométrica, planta, frontal, derecha, posterior, izquierda) ha sido importante para la mejor comprensión espacial de los ejercicios.
33. Podría aprender a utilizar Google SketchUp sin necesidad de explicaciones por parte de la profesora/profesor.
34. Es una gran ventaja que exista versión gratuita de Google SketchUp para PC y para Mac.
35. ¿Consideras que Google SketchUp te puede servir en el desempeño de tu carrera?
36. ¿Recomendarías Google SketchUp a tus compañeros?

ANEXOS

37. ¿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)?
38. El taller realizado ¿te parece útil para mejorar el nivel de visión espacial?
39. ¿Crees que es necesario material didáctico adicional para realizar el taller?
40. Para realizar este taller, ¿podrías haber trabajado de forma autónoma? Es decir sin necesidad de asistencia del profesor.
41. ¿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?
42. La diferenciación de los distintos niveles haciendo uso del color me ha resultado adecuada.
43. 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.)
44. 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.
45. ¿Crees que es necesario material teórico adicional para realizar los ejercicios de este taller?
46. 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.
47. 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.
48. ¿Crees adecuado impartir talleres intensivos a los estudiantes para mejorar los conocimientos sobre los nuevos medios infográficos aplicados al Dibujo Técnico?
49. ¿Habrías preferido realizar los ejercicios de este taller en formato papel?
50. Realizarías otro taller similar, desarrollado con otras tecnologías como la Realidad Aumentada.
51. ¿Crees que la realización de talleres como este, puede influenciar en tu percepción del Dibujo Técnico?
52. ¿Crees que la realización de talleres como este, podría influenciar en la elección de asignaturas optativas?
53. ¿Crees que la realización de talleres como este, podría influenciar en la elección de tus estudios?

54. ¿Crees que el tiempo invertido en la realización de este taller ha estado bien aprovechado en relación a lo aprendido y el tiempo empleado?