



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

**El programa de diseño 3D
SketchUp como recurso
educativo para la mejora de la
capacidad espacial en el aula de
Tecnología de 4º de la ESO.**

Presentado por: Eugenio Miguel Ruano Flores
Línea de investigación: 1.1.1 Medios audiovisuales y nuevas
tecnologías aplicadas a la educación.
1.7.4. Tecnologías de la Información y
la Comunicación

Director/a: Juan José Vicente Martorell

Ciudad: Madrid Madrid

Fecha: 28 de Febrero de 2014

A mi mujer y a mi hijo.

A mi familia y amigos.

RESUMEN

En este trabajo fin de máster se describe una investigación consistente en la realización de un taller de manejo de un programa de diseño en 3D por ordenador, como recurso didáctico para la adquisición de competencias por los alumnos de la ESO. Entre las ocho competencias básicas fijadas por la legislación española figura la competencia de *Tratamiento de la información y competencia digital*. La consecución de dicha competencia implica, entre otros, la adquisición de destrezas con lenguajes específicos como el icónico o el gráfico. Dichas destrezas, como veremos, están relacionadas con la *capacidad espacial*. El estudio ha sido realizado con alumnos de 4º de la ESO del I.E.S. Federico García Lorca de Las Matas, de Madrid durante el curso 2013-2014. El software elegido para el taller ha sido SketchUp 2013, en su versión gratuita. El objetivo principal ha sido evaluar la mejora de la capacidad espacial de los alumnos tras el uso de dicho programa. Para medir la incidencia de dicho entrenamiento, los alumnos han rellenado una encuesta de satisfacción al finalizar el taller. Además se les ha medido el efecto sobre la capacidad espacial mediante test del tipo *Mental Rotation Test (MRT)* y *Differential Aptitude Test: Relaciones Espaciales (DAT-SR)*, para lo cual se han tomado datos antes e inmediatamente después del taller de aprendizaje. Finalmente, la propuesta práctica contemplada en este trabajo recoge, por una parte, un listado de páginas web para la práctica de SketchUp y por otra parte una propuesta didáctica con dicho programa para ser impartida en 4º de la ESO.

Palabras Clave: Capacidad Espacial, SketchUp, Diseño 3D, Tecnología, Educación Secundaria, Competencias Básicas.

ABSTRACT

This masters final project describes research in conducting a workshop in 3D computer aided design (CAD) software as a teaching resource for the acquisition of competencies by secondary students. One of the eight key competencies laid down by Spanish legislation is “*Information processing and digital competency*”. The achievement of that competency implies, among other things, the acquisition of skills in specific languages such as iconic or graphic. These skills, as we will soon see, are related to *spatial abilities*. The study was conducted with 4th year secondary students at I.E.S. Federico García Lorca in Las Matas, Madrid during the 2013-2014 academic year. The free version of SketchUp 2013 was the chosen software at the workshop. The main objective was to evaluate improvement in the students’ spatial abilities after using such software. In order to measure the impact of this training workshop, students completed a satisfaction survey at the end of the workshop. In addition, the effect on their spatial abilities was measured by taking data before and immediately following the training workshop, by means of both a *Mental Rotation Test (MRT)* and a *Differential Aptitude Test: Spatial Relationships (DAT-SR)*. Finally, the practical proposal referred to in this project contains, on one hand, a list of web pages for the practice of SketchUp and on the other hand, an educational proposal for this software to be taught in 4th year secondary school.

Keywords: Spatial Abilities, SketchUp, CAD 3D, Technology, Secondary School, Key Competencies.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	ii
ABSTRACT.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO	4
2.2 OBJETIVOS	5
2.2.1 Objetivo principal	5
2.2.2 Objetivos específicos	5
2.3 BREVE FUNDAMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA	6
2.3.1 Investigación bibliográfica y estudio de campo	6
2.3.2 Fases de elaboración del trabajo	7
2.4 BREVE JUSTIFICACIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA.....	8
3. DESARROLLO	10
3.1 MARCO TEÓRICO	10
3.1.1 La Tecnología en la legislación.	11
3.1.1.1 La legislación nacional y autonómica en el currículo de Tecnología y el Bloque de Técnicas de expresión y comunicación.	11
3.1.1.2 La LOMCE y la Tecnología.	19
3.1.2 La enseñanza de la Tecnología. Metodología.....	21
3.1.3 Uso de programas CAD en Educación	24
3.1.4 Utilización de SketchUp en la Enseñanza Secundaria.....	26
3.1.5 Capacidad Espacial.	29
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS. ESTUDIO DE CAMPO.	33
3.2.1 Contextualización	33
3.2.2 Metodología	34
3.2.2.1 Fases del estudio.	34
3.2.2.2 Test de Capacidad Espacial.	35
3.2.2.3 Encuesta de Satisfacción.....	42
3.3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	45
3.3.1 Resultados y análisis de los Test de Capacidad Espacial	45
3.3.2 Resultados y análisis de la Encuesta de Satisfacción.	56

4. PROPUESTA PRACTICA. USO DEL SOFTWARE SKETCHUP 2013 EN EL AULA DE TECNOLOGÍA DE 4º DE LA ESO.	74
4.1 INTRODUCCIÓN. JUSTIFICACIÓN.....	74
4.2 DESTINATARIOS.....	74
4.3 CONTENIDOS.....	75
4.4 OBJETIVOS.....	75
4.5 COMPETENCIAS BÁSICAS.....	76
4.6 RECURSOS.....	77
4.7 METODOLOGÍA.....	77
4.8 ACTIVIDADES Y TEMPORALIZACIÓN.....	79
4.9 EVALUACIÓN.....	82
5. CONCLUSIONES.....	83
5.1 CONCLUSIONES ACERCA DE LA INCIDENCIA DEL USO DE SKETCHUP SOBRE LA CAPACIDAD ESPACIAL.....	83
5.2 CONCLUSIONES ACERCA DE LA UTILIDAD DEL USO DE SKETCHUP PARA EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE TECNOLOGÍA.....	85
5.3 CONCLUSIONES ACERCA DE LA MEJORA DE LA MOTIVACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE TECNOLOGÍA MEDIANTE HERRAMIENTAS TIC TRAS EL USO DE SKETCHUP.....	85
5.4 CONCLUSIONES ACERCA DEL DISEÑO POR ORDENADOR EN EL CURRÍCULO.....	86
5.5 CONCLUSIONES ACERCA DE LOS RECURSOS PARA SKETCHUP EN LA WEB.....	87
5.6 CONCLUSIONES ACERCA DE LA PROPUESTA PRACTICA DE APRENDIZAJE CON SKETCHUP.....	87
6. LIMITACIONES DEL TRABAJO.....	89
7. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS.....	90
8. BIBLIOGRAFÍA.....	91
8.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
8.2 BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.....	95
ANEXOS.....	96
ANEXO I. GUÍA BÁSICA DE RECURSOS Y ACTIVIDADES PARA USO DE SKETCHUP EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA.....	97
ANEXO II. GUÍA DE REFERENCIA RÁPIDA DE SKETCHUP.....	98
ANEXO III. TEST MRT. ADAPTACIÓN DE ALBARET Y AUBERT.....	100
ANEXO IV. TEST DAT-SR. ACTUALIZACIÓN DAT- 5.....	101
ANEXO V. PÁGINA WEB DEL TEST ROTATIONS (TIPO MRT).....	102
ANEXO VI. PÁGINA WEB DEL TEST MENTAL ROTATION TRAINING (TIPO MRT).....	103

ANEXO VII. PÁGINA WEB DEL TEST SPATIAL REASONING APTITUDE (TIPO DAT-SR).	104
ANEXO VIII. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN. SKETCHUP. CUESTIONARIO.	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Bloques de contenidos de los currículos de Tecnología en los cursos de la ESO, según la legislación nacional o autonómica (Madrid)	14
Tabla 2: Contenidos del Bloque Técnicas de expresión y comunicación en los cursos de la ESO. Legislación nacional o autonómica (Madrid)	16
Tabla 3: Criterios de Evaluación del Bloque Técnicas de expresión y comunicación en los cursos de la ESO, según la legislación nacional o autonómica (Madrid)	18
Tabla 4: Comparativa LOE – LOMCE. Cambios en el currículo de Educación Secundaria en las materias del área de Tecnología	20
Tabla 5: Fases y acciones de un proyecto en el aula-taller de Tecnología.	23
Tabla 6: Diferencia entre Software Libre y Software Gratuito. Algunos ejemplos de Herramientas CAD.	25
Tabla 7: Capacidad Espacial y Aprendizajes en entornos 3D. Investigaciones recientes.	32
Tabla 8: Temporalización del estudio de campo.	34
Tabla 9 Test empleados para evaluar la Capacidad Espacial.....	35
Tabla 10: Secuencia y dificultad de los test realizados en el estudio.	41
Tabla 11: Justificación de las preguntas de la Encuesta de Satisfacción	44
Tabla 12: Test 1 y 2 MRT y Test 3 DAT-SR. Ganancias como porcentaje	47
Tabla 13: Test 1 MRT. Resultados obtenidos y ganancias.....	49
Tabla 14: Test 2 MRT. Intentos, tiempos y ganancias.	51
Tabla 15: Test 3 DAT-SR. Resultados obtenidos y ganancias.....	54
Tabla 16: Competencias Básicas desarrolladas en la propuesta práctica.	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El Marco Teórico.....	10
Figura 2 Ventana principal del programa SketchUp. Ayuda de instructor desplegada.....	27
Figura 3. Ejemplo de figuras realizadas con SketchUp incluso modelo de aula importado de biblioteca de utilidades.....	27
Figura 4 Aptitud, Habilidad y Capacidad Espacial.	29
Figura 5. Componentes de la Habilidad Espacial y Test de medida asociados.	31
Figura 6 Oferta de Tecnología de 4º de ESO como materia optativa.....	33
Figura 7. Pantallas inicial y final, con resultado numérico, del Test Rotations.	36
Figura 8. Resultado, percentil y distribución estadística del Test Rotations.	37
Figura 9. Pantallas de decisión y acierto del Test Mental Rotating Training. Nivel intermedio.....	38
Figura 10. Pantalla final con tiempos promedios y estadísticas. Test Mental Rotating Training. Nivel difícil.	39
Figura 11 Pantallas de resultado con número de respuestas correctas / incorrectas del Test Spatial Reasoning Test. Niveles fácil (izquierda) y difícil (derecha).	40
Figura 12. Conceptos de ganancia para los distintos test.....	45
Figura 13. Analogía entre los elementos del test y de la Capacidad Espacial.	46
Figura 14. Ganancias en porcentaje para los distintos test y grupos.....	48
Figura 15. Distribución de alumnos por clases.	57
Figura 16. Distribución de alumnos por clase y por sexo.....	58
Figura 17. Distribución de alumnos por sexo.....	59
Figura 18. Distribución de alumnos por lateralidad.	60
Figura 19. Distribución de alumnos por hábito a videojuegos.	61
Figura 20. Distribución de alumnos por uso previo de CAD.....	62

Figura 21. Opinión de alumnos sobre la Utilidad de SketchUp para aprendizaje de la asignatura de Tecnología de 4º ESO.	63
Figura 22. Distribución de alumnos por capacidad de realización de ejercicios.	65
Figura 23. Opinión de alumnos sobre mejora en el entendimiento de vistas normalizadas tras el uso de SketchUp.	66
Figura 24. Influencia del género de los alumnos (pregunta 2) sobre la opinión de los alumnos acerca de la mejora en la comprensión e las vistas normalizadas tras el uso de SketchUp (pregunta 8).	67
Figura 25. Opinión de alumnos sobre mejora en la visión espacial tras el uso de SketchUp.	68
Figura 26. Influencia del uso previo de CAD (pregunta 5) sobre la opinión de los alumnos sobre la mejora en su visión espacial tras el uso de SketchUp (pregunta 9).	70
Figura 27. Opinión de alumnos sobre la Motivación para aprender Tecnología mediante TIC tras el uso de SketchUp.	71
Figura 28. Influencia del hábito con videojuegos (pregunta 4) sobre la opinión de los alumnos sobre su motivación para aprender más temas de Tecnología mediante TIC (pregunta 10).	73
Figura 29. Plantilla de Anfore 3D a realizar con SketchUp. Fase de Iniciación.	78
Figura 30. Estructura de taller de SketchUp propuesto por anfore3d.com ...	78
Figura 31. Pieza de Anfore 3D terminada con SketchUp. Fase de Iniciación.	80
Figura 32. Plantilla de Anfore 3D a realizar con SketchUp. Fase de Perfeccionamiento	81

1. INTRODUCCIÓN

El tratamiento clásico del diseño gráfico en dibujo técnico, ingeniería y tecnología pasa por la representación de figuras reales en 3 dimensiones en el plano en dos dimensiones y de la interpretación de dichos planos mediante sus vistas, secciones, cortes, etc. Sin embargo hoy día, con el desarrollo del software de diseño en 3D, y la opción de crear archivos 3D sin necesidad de pasarlos a 2D, e incluso de imprimir piezas en 3D mediante impresoras de inyección de plástico ABS, es más necesaria la capacidad espacial para utilizar dicho software. Recíprocamente la utilización de dicho software previsiblemente mejora dicha capacidad espacial.

La Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente [Diario Oficial L 394 de 30 de diciembre de 2006] establece ocho competencias clave, entre las que se incluyen las competencias básicas en ciencia y tecnología así como la competencia digital.

Por su parte, en el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria se cita, en referencia a la contribución de la materia de Tecnología a la adquisición de la competencia básica de “Tratamiento de la Información y Competencia Digital”:

*El tratamiento específico de las tecnologías de la información y la comunicación, integrado en esta materia, proporciona una oportunidad especial para desarrollar la competencia en el tratamiento de la información y la competencia digital, y a este desarrollo están dirigidos específicamente una parte de los contenidos. Se contribuirá al desarrollo de esta competencia en la medida en que los aprendizajes asociados incidan en la confianza en el uso de los ordenadores, en las **destrezas básicas** asociadas a un uso suficientemente autónomo de estas tecnologías y, en definitiva, contribuyan a familiarizarse suficientemente con ellos. En todo caso están asociados a su desarrollo los contenidos que permiten localizar, **procesar, elaborar, almacenar y presentar información con el uso de la tecnología**. Por otra parte, debe destacarse en relación con el desarrollo de esta competencia la importancia del uso de las tecnologías de la información y la comunicación como herramienta de simulación de procesos tecnológicos y para la **adquisición de destrezas con lenguajes específicos como el icónico o el gráfico**.(Real Decreto1631/2006, de 29 de diciembre).*

Saorín (2006), citado por Martín Dorta (2009, p.37) descubrió que dichas destrezas están relacionadas con la denominada *Capacidad Espacial* definida como la habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional.

Actualmente varios autores Pellegrino, Alderton y Shute (1984); Clements y Battista (1992) y Olkun (2003), todos ellos citados por Martín Dorta, 2009, p.38 coinciden en dividir dicha capacidad espacial en dos sub-capacidades:

- Relaciones Espaciales: Habilidad de realizar rotaciones y comparaciones en figuras de dos y tres dimensiones.
- Visión Espacial: Habilidad de reconocer piezas tridimensionales mediante plegado y desplegado de sus caras.

Para medirlas se utilizan respectivamente los siguientes tipos de test:

- Test de Rotación Mental (MRT).
- Test de Relaciones Espaciales, (DAT –SR)

Este tipo de test fue realizado por los alumnos de 4º de la ESO del I.E.S. Federico García Lorca de Las Matas (Las Rozas) de Madrid. La investigación se realizó en las dos clases del mismo nivel donde se imparte Tecnología, sin poder permitirse un grupo de control por motivos de impartición de currículo.

De este modo todos los alumnos fueron sometidos a test online del tipo MRT y DAT – SR, previamente a su entrenamiento con el taller de manejo del programa SketchUp. Inmediatamente después de acabar las sesiones de dicho taller, fueron de nuevo sometidos a los mismos tipos de test para así contrastar los valores en una investigación tipo pre-test/post-test.

Por otra parte, al finalizar su entrenamiento con SketchUp, se les sometió a una encuesta de satisfacción relacionada con varios aspectos tanto del software, como de la asignatura, como de su opinión acerca de su mejora de capacidades.

A través de dichos test se ha realizado un análisis cuantitativo comparativo de los valores obtenidos antes y después del entrenamiento. Del mismo modo, con los datos de la encuesta de satisfacción se ha llevado a cabo un análisis de tipo cuantitativo con diferentes variables. En ambos casos se ha realizado un tratamiento estadístico de los datos obtenidos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Si revisamos las legislaciones educativas futura y actual en España, tanto la recién aprobada LOMCE, Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, como la aún vigente LOE, Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, así como el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, como incluso el Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas, resulta que en ninguno de ellos se hace referencia explícita a la utilización, para fines educativos, de programas de diseño asistido por ordenador (CAD) en su versión 3D.

Sin embargo, en los entornos laborales de estudios profesionales de diseño, ingeniería y arquitectura, entre otros, el uso de software de tipo CAD en 3D es ya una realidad y una necesidad tal, que hoy día no se podría concebir el trabajo de dichos profesionales sin dichas herramientas.

Este desfase entre lo laboral y lo académico, entre la empresa y la escuela, es el que los docentes estamos obligados a minimizar en base a proporcionar a los alumnos unas enseñanzas lo más cercanas posibles a la realidad profesional que encontraran al término de sus primeras etapas educativas.

Es por ello que en este trabajo se indagará acerca de la conveniencia de considerar en el currículo de secundaria el uso y aprendizaje de dicho tipo de software de diseño en 3 dimensiones.

A continuación se establecen las hipótesis de partida de este trabajo, así como los objetivos principal y específicos de esta investigación.

2.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Las hipótesis nos indican lo que estamos buscando o tratando de probar y pueden definirse como explicaciones tentativas del fenómeno investigado, formuladas a manera de proposiciones. (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). Las hipótesis que se consideran en este trabajo son:

- 1) Un curso de diseño 3D mediante SketchUp es adecuado para mejorar la capacidad espacial de los alumnos de 4º de la ESO.
- 2) Un taller de diseño 3D mediante SketchUp es útil para el aprendizaje de la asignatura de Tecnología de 4º de la ESO.
- 3) El uso de SketchUp como herramienta didáctica mejora la motivación del alumno de 4º de la ESO para el estudio de Tecnología mediante TIC.

2.2 OBJETIVOS

La finalidad última de este trabajo es mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en el ámbito del diseño 3D y las capacidades espaciales. Para ello se considerarán tanto a los alumnos, receptores de los conocimientos, como a los profesores, impulsores de cambios en la metodología de enseñanza.

2.2.1 Objetivo principal

El objetivo principal es evaluar la incidencia en la Capacidad Espacial de los alumnos de 4º de la ESO de Tecnología tras el uso del programa SketchUp. Se trata de determinar si la práctica con el programa les ha permitido mejorar los resultados iniciales de aquellos test en los que se evalúan las capacidades espaciales de cada alumno.

2.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos secundarios persiguen alcanzar algún grado de conocimiento acerca de las implicaciones del uso del diseño en 3D sobre los alumnos de secundaria. Dichos objetivos específicos obedecen a la finalidad de mejora de la práctica educativa. Algunos de estos objetivos son:

- 1) Determinar si el taller de diseño 3D mediante la aplicación SketchUp es útil para el aprendizaje de la asignatura de Tecnología.
- 2) Conocer el efecto del taller de diseño 3D sobre la motivación de los alumnos para el estudio de la asignatura mediante herramientas TIC.

- 3) Determinar la distribución del bloque de contenidos de expresión gráfica y comunicación, donde se encuadra el diseño por ordenador, en los distintos niveles de Tecnología en la ESO, en los currículos nacional y autonómico (Comunidad de Madrid).
- 4) Identificar recursos y actividades en la web que puedan ser utilizados en la etapa de secundaria para el uso y aprendizaje del software SketchUp, para dar acceso a este recurso didáctico escasamente usado hasta ahora.
- 5) Confeccionar una propuesta práctica seleccionando una gama de ejercicios de aprendizaje de SketchUp organizados por niveles dificultad para atender a la diversidad y permitir distintos ritmos de aprendizaje.

2.3 BREVE FUNDAMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

2.3.1 Investigación bibliográfica y estudio de campo

La metodología empleada para el desarrollo de este trabajo fin de máster ha consistido en una revisión bibliográfica y un estudio de campo.

En cuanto a la revisión bibliográfica la búsqueda se ha realizado casi exclusivamente por internet a través del repositorio de trabajos de la UNIR, Dialnet, Google Académico y Redalyc. Respecto a la legislación se han consultado las páginas web del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y de la Consejería de Educación, Juventud y Deporte de la Comunidad de Madrid. No obstante también se han consultado libros de texto de Tecnología en centros educativos, incluso material de las distintas asignaturas constituyentes del Máster en Educación Secundaria cursado en la UNIR. De entre todos ellos se han seleccionado los artículos, tesis, libros, etc., que aportan información relevante sobre la temática tratada en este trabajo.

Respecto al estudio de campo, se han realizado distintos tipos de test para evaluar la evolución de la capacidad espacial de los alumnos así como una batería de preguntas agrupadas en una encuesta de satisfacción tras el uso el programa SketchUp.

Tanto los test como la encuesta de satisfacción fueron realizados en clase de Tecnología de 4º de ESO del I.E.S. Federico García Lorca de Las Matas de Madrid.

2.3.2 Fases de elaboración del trabajo

Para la consecución de este trabajo se ha pasado por las siguientes fases:

- 1) Fase primera: Estudio inicial del marco teórico. Capacidad Espacial y diferentes Test de medida. Influencia del uso de software tipo CAD. En esta fase inicial se ha rastreado información acerca de diferentes estudios nacionales e internacionales acerca de la influencia de los contenidos gráficos presentados en 3D, sobre la “visión o capacidad espacial” de estudiantes de diferentes niveles educativos. Asimismo se ha investigado acerca de los posibles métodos y test, incluso test online en páginas web, para la medición de la capacidad espacial de los alumnos objeto del estudio de campo.
- 2) Fase segunda: Finalización del marco teórico. Marco Legal. Contextualización en la materia de Tecnología y su metodología. En esta fase se ha profundizado en la legislación nacional y autonómica en materia de educación para contextualizar el estudio que se pretende realizar en el marco del bloque de *Técnicas de Expresión y Comunicación*, de la materia de Tecnología. Además se ha realizado la búsqueda de información para afianzar la importancia del dibujo técnico y la realización de bocetos, croquis o planos en la metodología de proyectos que se sigue en las materias del área de Tecnología.
- 3) Fase tercera: Estudio sobre la aplicación del software SketchUp en la Enseñanza Secundaria. El objetivo preliminar de esta fase era la de recopilar información para realizar un tutorial propio, de uso de SketchUp, adaptado específicamente para su aplicación en la etapa de secundaria. Sin embargo, al avanzar en la investigación, se constató lo innecesario de este objetivo, dado que ya existen disponibles en la web, magníficos manuales, tutoriales, videos, actividades, etc., la mayoría de ellas realizados por docentes con espíritu innovador y colaborativo.

No obstante, dicha investigación bibliográfica ha posibilitado la realización de un listado recopilatorio de páginas web con el nombre de “*Guía básica de recursos y actividades para uso de Sketchup en la Enseñanza Secundaria*” que se encuentra en el Anexo I de este trabajo.

- 4) Fase cuarta: Estudio de campo. Durante dos semanas aproximadamente los alumnos de dos grupos de 4º de Tecnología de la ESO han estado trabajando con el programa SketchUp en el aula de informática.

Antes y después de realizar dichas sesiones de prácticas, en una secuencia pre-test/post-test, los alumnos han realizado una serie de test online para evaluar cuantitativamente sus capacidades espaciales. A continuación de su última sesión con el programa los alumnos han rellenado una encuesta de satisfacción para indagar sobre otros objetivos de esta investigación. Esta fase también comprende el análisis de los resultados obtenidos de los test y la encuesta de satisfacción.

- 5) Fase quinta: Propuesta práctica. Como consecuencia de la fase tercera y a pesar de no haber desarrollado un tutorial sobre el uso de SketchUp para su docencia en secundaria, durante esta quinta fase se ha seleccionado una de las páginas web más completas e interesantes de las encontradas en la fase tercera, concretamente la web de Anfore 3D, para extraer tutoriales, ayudas, actividades y ejercicios adecuados para construir una propuesta didáctica para ser impartida en 4º de la ESO.

2.4 BREVE JUSTIFICACIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

La bibliografía referenciada ha sido seleccionada para cumplir con los objetivos de este trabajo. La variedad de formatos de las fuentes bibliográficas utilizadas ha sido muy amplia. En el ámbito académico se ha encontrado información en artículos, actas de congresos y conferencias, libros y sus capítulos, libros de texto, revistas, boletines, tesis, otros trabajos fin de máster, páginas web, manuales de ayuda, apuntes e incluso videos con clases magistrales. En el ámbito legislativo las referencias corresponden a Decretos autonómicos, Reales Decretos, Leyes Orgánicas educativas e incluso Recomendaciones del Parlamento Europeo y del Consejo.

Más concretamente, para la fundamentación teórica de la parte de legislación, las principales referencias han sido la LOE y la LOMCE, así como el Real Decreto 1631/2006 y el Decreto 23/2007 de la Comunidad de Madrid.

Para el estudio de los programas tipo CAD tratados en la fundamentación teórica, se ha tomado como referencia el trabajo fin de máster de Francisco Díaz Uceda (2013) *Uso de las herramientas de diseño CAD en el área de Tecnología en centros de Secundaria de Jaén*, en el que se hace un recorrido por los programas CAD más utilizados y se destacan las características más deseables para el uso educativo de este tipo de programas.

En cuanto al programa SketchUp, la fuente de referencia ha sido la propia página de ayuda de la aplicación, propiedad de la compañía Trimble Navigation Limited, el *SketchUp Knowledge Center*. No obstante para la parte de integración de dicho programa en la propuesta práctica se han tomado como referencia los contenidos de la página web www.anfore3d.com en los que se propone una amplia variedad de ejercicios para hasta seis niveles, así como tutoriales y manuales de ayuda y autoaprendizaje.

Finalmente, para la parte de fundamentación teórica de las Capacidades Espaciales y su relación con el aprendizaje en entornos tridimensionales, la obra de referencia ha sido la tesis doctoral de Norena Martín Dorta (2009) *Análisis del uso de dispositivos móviles en el desarrollo de estrategias de mejora de las habilidades espaciales*, en la cual se aborda el concepto de *Capacidad Espacial* y se explican los distintos test MRT y DAT-SR que permiten su evaluación. La metodología del estudio de campo de este trabajo también se ha basado en esta tesis doctoral.

3. DESARROLLO

3.1 MARCO TEÓRICO

Para realizar el estudio de la incidencia del uso del programa de diseño 3D SketchUp sobre la capacidad espacial de los alumnos de Tecnología de 4º de la ESO se ha construido una fundamentación o marco teórico que se desarrolla en los siguientes sub-apartados que se muestran en la figura 1.

En dicho marco se han considerado necesarios tanto aspectos legales como metodológicos del currículo de la materia de Tecnología, así como las características de los distintos programas de diseño 3D o CAD usados en educación, y más en concreto SketchUp y también se ha tenido en consideración la capacidad espacial de los alumnos y los distintos tipos de test para evaluarla.



Figura 1. El Marco Teórico.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 La Tecnología en la legislación.

En este capítulo no se pretende realizar una cronología de la evolución del área de Tecnología en la Educación Secundaria con las distintas leyes educativas en España. Baste reseñar que dicha área nace en la práctica con la LOGSE en 1990 con una apuesta clara por la Tecnología, con una carga importante de horas y de materias. Más tarde la LOCE en 2002 y la LOE en 2006 reducen dicha carga lectiva aunque mantienen la obligatoriedad de la materia de Tecnología y otras del mismo área en algunos cursos. Finalmente como veremos más adelante, la recién aprobada LOMCE implica también una fuerte reducción respecto a la ley anterior, tanto en la cantidad de materias del área, como en su carga horaria efectiva, como en la pérdida de la condición de obligatoriedad de algunas materias como la Tecnología misma.

Sin embargo, para contextualizar en nuestros días la materia de Tecnología en la etapa educativa de Enseñanza Secundaria Obligatoria, y el bloque de la expresión gráfica que nos ocupa, se hace necesario previamente examinar la legislación vigente con profundidad en los dos principales ámbitos de concreción, el estatal y el autonómico. Se ha considerado la legislación de la Comunidad Autónoma de Madrid, donde se ha realizado el estudio de campo de este trabajo.

En los siguientes apartados se realiza el análisis de la LOE, del Real Decreto 1631/2006 y del Decreto 23/2007 de la Comunidad de Madrid, como normativa vigente. Obviamente también se analiza la LOMCE de reciente aprobación y obligada aplicación en los plazos establecidos.

3.1.1.1 La legislación nacional y autonómica en el currículo de Tecnología y el Bloque de Técnicas de expresión y comunicación.

En este apartado se analiza el contenido del Real Decreto 1631/2006 de ámbito nacional y el Decreto 23/2007 de la Comunidad de Madrid respecto al currículo de Tecnologías, la Competencia digital y el bloque de Técnicas de *expresión y comunicación*. También se hace referencia a lo establecido en la LOE para las TIC.

El currículo en Educación Secundaria Obligatoria comprende el conjunto de los objetivos, competencias básicas, contenidos, métodos pedagógicos y criterios de evaluación de cada etapa y materia. A continuación se contextualizan dichos componentes para este estudio

Competencias Básicas

Las herramientas de diseño 3D a las que hace referencia este trabajo pueden contribuir al desarrollo de las siguientes competencias básicas:

- C3: Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, al adquirir conocimientos necesarios para comprender, analizar y diseñar objetos útiles con el medio físico.
- C4: Tratamiento de la información y competencia digital, mediante procesos de simulación tecnológicos y adquisición de destrezas con lenguaje icónico y gráfico.
- C7: Competencia para aprender a aprender, mediante la metodología específica de las herramientas CAD que requieren el análisis de objetos y emulación de procesos de resolución de problemas

De entre ellas, la que más nos atañe en este trabajo es la C4, de la que el Real Decreto 1631/2006 refleja lo siguiente:

Esta competencia consiste en disponer de habilidades para buscar, obtener, procesar y comunicar información, y para transformarla en conocimiento. Incorpora diferentes habilidades, que van desde el acceso a la información hasta su transmisión en distintos soportes una vez tratada, incluyendo la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación como elemento esencial para informarse, aprender y comunicarse. (Real Decreto 1631/2006)

En referencia a la contribución de la Tecnología a la adquisición de dicha competencia el Real Decreto 1631/2006 indica lo siguiente:

El tratamiento específico de las tecnologías de la información y la comunicación, integrado en esta materia, proporciona una oportunidad especial para desarrollar la competencia en el tratamiento de la información y la competencia digital, y a este desarrollo están dirigidos específicamente una parte de los contenidos. Se contribuirá al desarrollo de esta competencia en la medida en que los aprendizajes asociados incidan en la confianza en el uso de los ordenadores, en las destrezas básicas asociadas a un uso suficientemente autónomo de estas tecnologías y, en definitiva, contribuyan a familiarizarse suficientemente con ellos. En todo caso están asociados a su desarrollo los contenidos que permiten localizar, procesar, elaborar, almacenar y presentar información con el uso de la tecnología. Por otra parte, debe destacarse en relación con el desarrollo de esta competencia la importancia del uso de las tecnologías de la información y la comunicación como herramienta de simulación de procesos tecnológicos y para la adquisición de destrezas con lenguajes específicos como el icónico o el gráfico. (Real Decreto 1631/2006)

Por otra parte, en el Decreto 23/2007 se señala lo siguiente respecto de las competencias básicas, sin que suponga cambio alguno frente a lo mencionado en el RD 1631/2006:

En el marco de las competencias clave para el aprendizaje permanente definidas por la Unión Europea, las competencias básicas, como elementos integrantes del currículo son las fijadas en el Anexo I del Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre. En las distintas materias de la etapa se prestará una atención especial al desarrollo de dichas competencias que los alumnos deberán haber adquirido al finalizar la enseñanza básica. (Decreto 23/2007)

En referencia a la contribución de la materia a la competencia Tratamiento de la información y competencia digital el citado Decreto 23/2007 señala que “La materia contribuye específicamente en el tratamiento de la información y competencia digital mediante varios bloques específicos de contenidos. Es imprescindible su empleo no como fin en sí mismas, sino como herramientas del proceso de aprendizaje”. (Decreto 23/2007)

Contenidos

En referencia a los contenidos de Tecnología, el RD1631/2006 señala lo siguiente:

Los contenidos de esta materia integrados en los diferentes bloques no pueden entenderse separadamente, por lo que esta organización no supone una forma de abordar los contenidos en el aula, sino una estructura que ayuda a la comprensión del conjunto de conocimientos que se pretende a lo largo de la etapa. (Real Decreto 1631/2006)

Existen notables diferencias, contempladas en la siguiente tabla, entre los bloques de contenidos reflejados en el Anexo II del Real Decreto 1631/2006 y en el Decreto 23/2007.

Tabla 1: Bloques de contenidos de los currículos de Tecnología en los cursos de la ESO, según la legislación nacional o autonómica (Madrid)

Cursos	Legislación nacional. Real Decreto 1631/2006	Legislación autonómica. Decreto 23/2007	Cursos
1 ^o - 3 ^o	<p>1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos.</p> <p>2. Hardware y sistemas operativos.</p> <p>3. Materiales de uso técnico.</p> <p>4. Técnicas de expresión y comunicación.</p> <p>5. Estructuras.</p> <p>6. Mecanismos.</p> <p>7. Electricidad.</p> <p>8. Tecnologías de la comunicación. Internet.</p>	<p>1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos.</p> <p>2. Hardware y software.</p> <p>3. Técnicas de expresión y comunicación.</p> <p>4. Materiales de uso técnico.</p> <p>5. Estructuras.</p> <p>6. Mecanismos.</p> <p>7. Electricidad y electrónica.</p> <p>8. Tecnologías de la comunicación. Internet.</p> <p>9. Energía y su transformación.</p> <p>10. Tecnología y sociedad.</p>	1 ^o
		<p>1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos.</p> <p>2. Hardware y software.</p> <p>3. Técnicas de expresión y comunicación.</p> <p>4. Materiales de uso técnico.</p> <p>5. Electricidad y electrónica.</p> <p>6. Tecnologías de la comunicación. Internet.</p> <p>7. Energía y su transformación.</p> <p>8. Control y robótica.</p> <p>9. Tecnología y sociedad.</p>	3 ^o
4 ^o	<p>1. Instalaciones en viviendas.</p> <p>2. Electrónica.</p> <p>3. Tecnologías de la comunicación.</p> <p>4. Control y robótica.</p> <p>5. Neumática e hidráulica.</p> <p>6. Tecnología y sociedad.</p>	<p>1. Hardware y software.</p> <p>2. Técnicas de expresión y comunicación.</p> <p>3. Electricidad y electrónica.</p> <p>4. Tecnologías de la comunicación. Internet.</p> <p>5. Control y robótica.</p> <p>6. Neumática e hidráulica.</p> <p>7. Tecnología y sociedad.</p> <p>8. Instalaciones en viviendas.</p>	4 ^o

Fuente: Elaboración propia.

La primera diferencia significativa es que mientras en el RD 1615/2006 se establece un currículo de Tecnología a desarrollar entre los cursos 1º a 3º, sin que sea obligatoria en los tres cursos, en el Decreto 23/2007, tal y como corresponde a un nivel de concreción mayor, ya se organizan los bloques, y sobre todo sus contenidos, entre los cursos 1º y 3º, sin impartirse la materia en el 2º curso.

En estos dos cursos 1º y 3º donde la materia Tecnología es obligatoria, podemos ver que la normativa autonómica incorpora un nuevo bloque correspondiente a *Energía y su transformación*. Además en dicho currículo se adelantan contenidos de *Electrónica, Control y Robótica y Tecnología y sociedad* contemplados en la normativa nacional en el currículo de 4º.

Como contrapartida en el curso 4º, donde la materia es opcional, se puede apreciar de nuevo que la norma autonómica redistribuye más homogéneamente los contenidos y persisten los bloques de *Hardware y Software, Electricidad, Internet y el de Técnicas de expresión y comunicación*. Este último bloque es en el que se enmarca este trabajo fin de máster.

Con respecto al último bloque mencionado correspondiente a *Técnicas de expresión y comunicación*, del cual trata el presente trabajo, el Real Decreto 1631/2006 señala lo siguiente:

En relación al bloque Técnicas de expresión y comunicación, al comienzo de la etapa se iniciará al alumnado en técnicas básicas de dibujo y manejo de programas de diseño gráfico que utilizarán para elaborar sus primeros proyectos. Los documentos técnicos serán básicos al comienzo, aumentando su grado de complejidad, especificidad y calidad técnica a lo largo del tiempo. En este proceso evolutivo se debe incorporar el uso de herramientas informáticas en la elaboración de la documentación del proyecto técnico. (Real Decreto 1631/2006)

A continuación nos centraremos en dicho bloque para profundizar más en las diferencias de contenidos entre ambos niveles de concreción, el nacional y el autonómico (Comunidad de Madrid).

Tabla 2: Contenidos del Bloque Técnicas de expresión y comunicación en los cursos de la ESO. Legislación nacional o autonómica (Madrid)

Legislación nacional. Real Decreto 1631/2006		Legislación autonómica. Decreto 23/2007	
1º a 3º ESO	Bloque 4. Técnicas de expresión y comunicación. <ul style="list-style-type: none"> Uso de instrumentos de dibujo y aplicaciones de diseño gráfico por ordenador, para la realización de bocetos y croquis, empleando escalas, acotación y sistemas de representación normalizados. Conocimiento y aplicación de la terminología y procedimientos básicos de los procesadores de texto, hojas de cálculo y las herramientas de presentaciones. Edición y mejora de documentos. 	Bloque 3. Técnicas de expresión y comunicación. <ul style="list-style-type: none"> Instrumentos de dibujo: de trazado y auxiliares. Uso de la regla, escuadra, cartabón y compás. Soportes, formatos y normalización. Bocetos y croquis como herramientas de trabajo y comunicación. Análisis de objetos sencillos mediante la descomposición en vistas. Introducción a la representación en perspectiva. 	1º ESO
		No se imparte la materia	2º ESO
		Bloque 3. Técnicas de expresión y comunicación. <ul style="list-style-type: none"> Sistemas sencillos de representación. Vistas y perspectivas. Proporcionalidad entre dibujo y realidad. Escalas. Acotación. Metrología e instrumentos de medida de precisión: calibre, micrómetro. Conocimiento y uso de dichos instrumentos de medida. 	3º ESO
4º ESO	No se contempla el bloque	Bloque 2. Técnicas de expresión y comunicación. <ul style="list-style-type: none"> Diseño asistido por ordenador: dibujo en dos dimensiones. Realización de dibujos sencillos. 	4º ESO

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse, la principal diferencia es que mientras el uso del ordenador para diseño gráfico se contempla en los contenidos marcados por la legislación nacional entre los cursos 1º a 3º, en los contenidos de la normativa autonómica no se explicita el uso del ordenador para este fin hasta 4º curso en el marco de la materia opcional. No obstante lo anterior, como se refleja en los criterios de evaluación, el uso de programas de diseño gráfico está contemplado también en la norma autonómica para el curso 3º.

Para completar la información acerca de este bloque de Técnicas de expresión y comunicación en la educación secundaria, es necesario añadir que dicho bloque no se contempla en el currículo de las materias Tecnología Industrial I y II de la etapa de Bachillerato, según se desprende de la revisión del Anexo I del Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

Objetivos

Para este elemento del currículo no hay diferencias entre el Real Decreto 1631/2006 y el Decreto 23/2007. Podemos destacar del Decreto las siguientes capacidades vinculados al bloque de *Técnicas de expresión y comunicación*

La enseñanza de las Tecnologías en esta etapa tendrá como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades:

- Abordar con autonomía y creatividad, individualmente y en grupo, problemas tecnológicos trabajando de forma ordenada y metódica para estudiar el problema, recopilar y seleccionar información procedente de distintas fuentes, elaborar la documentación pertinente, concebir, diseñar, planificar y construir objetos o sistemas que resuelvan el problema estudiado y evaluar su idoneidad desde distintos puntos de vista.
- Expresar y comunicar ideas y soluciones técnicas, así como explorar su viabilidad y alcance utilizando los medios tecnológicos, recursos gráficos, la simbología y el vocabulario adecuados. (Real Decreto 1631/2006)

Criterios de Evaluación

Para este último elemento constitutivo del currículo se reflejan a continuación los distintos enunciados para los criterios de evaluación contemplados en el Real Decreto 1631/2006 y en el Decreto 23/2007 de la Comunidad de Madrid.

Tabla 3: Criterios de Evaluación del Bloque Técnicas de expresión y comunicación en los cursos de la ESO, según la legislación nacional o autonómica (Madrid)

Legislación nacional. Real Decreto 1631/2006		Legislación autonómica. Decreto 23/2007	
<i>1º a 3º ESO</i>	<ul style="list-style-type: none"> Representar mediante vistas y perspectivas objetos y sistemas técnicos sencillos, aplicando criterios de normalización. 	<ul style="list-style-type: none"> Representar objetos sencillos mediante bocetos, croquis, vistas y perspectivas, con el fin de comunicar un trabajo técnico. 	<i>1º ESO</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Se trata de valorar la capacidad de los alumnos para representar objetos y sistemas técnicos en proyección diédrica: alzado, planta y perfil, así como, la obtención de su perspectiva caballera, como herramienta en el desarrollo de proyectos técnicos. 	No se imparte la materia	<i>2º ESO</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Se pretende evaluar la adquisición de destrezas para su realización tanto a mano alzada, como mediante instrumentos de dibujo y aplicaciones de diseño gráfico por ordenador. Para ello se deberán seguir los criterios normalizados de acotación y escala. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar dibujos geométricos y artísticos utilizando algún programa de dibujo gráfico sencillo. Utilizar vistas, perspectivas, escalas, acotación y normalización para plasmar y transmitir ideas tecnológicas y representar objetos y sistemas técnicos. Utilizar aplicaciones de diseño asistido por ordenador para la realización de croquis normalizados. 	<i>3º ESO</i>
<i>4º ESO</i>	No se contempla el bloque	<ul style="list-style-type: none"> Emplear herramientas de diseño asistido por ordenador para elaborar vistas en dos dimensiones de objetos sencillos. 	<i>4º ESO</i>

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se puede observar que los criterios de evaluación de ambas legislaciones son muy parecidos y apenas hay diferencias en los cursos 1º a 3º. Se confirma lo mencionado anteriormente y es que el uso de herramientas de diseño asistido por ordenador está contemplado en los dos niveles de concreción, nacional y autonómico (Comunidad de Madrid).

Por último, en la LOE, la referencia a las TIC se refleja en el artículo 23, en el siguiente objetivo:

e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación. (Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo)

3.1.1.2 La LOMCE y la Tecnología.

La recientemente aprobada LOMCE o Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa no deroga la ley anterior, la LOE, sino que la modifica en un artículo único que a su vez va recorriendo los distintos artículos de la LOE para modificar su redacción, eliminarlos o añadir un nuevo artículo complementario con la extensión “bis, ter...”

La LOMCE modifica aspectos sustanciales del currículo, como por ejemplo el establecimiento de dos vías en 4º curso de la ESO:

- Enseñanzas Académicas para la iniciación al Bachillerato.
- Enseñanzas Aplicadas para la iniciación a la Formación Profesional

Se contempla aquí la etapa de Bachillerato por la implicación de la misma como continuación del itinerario escogido en la ESO. En dicha etapa de Bachillerato, la LOMCE reorganiza las tres modalidades de la LOE, y en el caso que nos ocupa, la “Modalidad de Ciencias y Tecnología” pasa a denominarse Modalidad de Ciencias” eliminando dicha componente tecnológica.

En la disposición final quinta de la LOMCE figura su calendario de implantación estableciendo su aplicación en el curso 2015-2016 para los niveles 1º y 3º de la ESO y 1º de Bachillerato, y en el curso 2016-2017 para 2º y 4º de la ESO y 2º de Bachillerato.

En este epígrafe, sin embargo, no se pretende realizar un comparativo entre la LOE y la LOMCE en un sentido amplio, sino que simplemente se tratan los cambios curriculares que afectan a las materias del área de Tecnología, para lo cual se han revisado ambas legislaciones. Dichos cambios se reflejan en la siguiente tabla.

Tabla 4: Comparativa LOE – LOMCE. Cambios en el currículo de Educación Secundaria en las materias del área de Tecnología

LOE		LOMCE	
1º a 3º ESO	TECNOLOGÍA. Troncal obligatoria	No aparece la Tecnología entre las materias troncales obligatorias. Las administraciones educativas y centros podrán ofertar Tecnología en algún curso como materia optativa específica	1º a 3º ESO
4º ESO	TECNOLOGÍA. Troncal opcional	En la vía de Enseñanzas Académicas (dirigida hacia Bachillerato) no aparece la Tecnología.	4º ESO
	INFORMÁTICA. Troncal opcional	En la vía de Enseñanzas Aplicadas (dirigida hacia FP) las administraciones educativas y centros podrán ofertar la Tecnología como materia de opción del bloque de asignaturas troncales.	
	Las dos materias pueden escogerse en las dos vías, la orientada a Bachillerato o a FP	En ambas vías aparece la materia TIC (antes Informática) como optativa específica	
1º. BACH	TECNOLOGÍA INDUSTRIAL I. Es materia de modalidad en la vía de Ciencias e Ingeniería.	TECNOLOGÍA INDUSTRIAL I. Aparece como optativa específica y desaparece como materia de modalidad. No es de oferta obligatoria	1º. BACH
	TIC. Es materia optativa	Aparece TIC I como optativa específica, de oferta no obligatoria	
2º. BACH	TECNOLOGÍA INDUSTRIAL II. Es materia de modalidad en la vía de Ciencias e Ingeniería.	TECNOLOGÍA INDUSTRIAL II. Aparece como optativa específica y desaparece como materia de modalidad. No es de oferta obligatoria	2º. BACH
	ELECTROTECNIA. Es materia de modalidad en la vía de Ciencias e Ingeniería.	Desaparece ELECTROTECNIA.	
		Aparece TIC II como optativa específica, de oferta no obligatoria	

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que en los cursos 1º a 3º se reduce significativamente la educación tecnológica, dado que la materia de Tecnología pasa de ser obligatoria troncal en la LOE a ser optativa específica y a criterio de la administración educativa y en su caso de los centros educativos.

En 4º curso la materia Tecnología, en el caso de que se oferte, se restringe a la vía de las llamadas Enseñanzas Aplicadas dirigida exclusivamente a la Formación Profesional. Por tanto, no es posible cursar dicha materia en la vía de Enseñanzas Académicas orientada hacia Bachillerato y Universidad.

En la etapa de Bachillerato los cambios también son significativos. Las Tecnologías I y II desaparecen como materias de modalidad y aparecen como optativas específicas de oferta no obligatoria.

Resulta paradójico que futuros universitarios de Ingeniería y Arquitectura entre otros, puedan cursar Tecnología I y II en Bachillerato, siempre que sean ofertadas, y sin embargo, aunque en los cursos 1º a 3º de la ESO hayan cursado Tecnología, dado que en 4º curso han optado por la vía de Enseñanzas Académicas para acceder al Bachillerato, no habrán podido cursar Tecnología en dicho curso y con la consiguiente interrupción de un curso con respecto al aprendizaje de dicha área.

3.1.2 La enseñanza de la Tecnología. Metodología.

El profesor Sarriá de la UNIR comenta en su lección magistral que:

El área de Tecnología en la ESO trata de fomentar el aprendizaje de conocimientos y el desarrollo de destrezas que permitan, tanto la comprensión de los objetos técnicos, como su utilización y manipulación. Se pretende que los alumnos usen también las TIC como herramientas en este proceso tecnológico y no como un fin en sí mismas. Asimismo, se plantea el desarrollo de la capacitación necesaria para fomentar el espíritu innovador en la búsqueda de soluciones a problemas existentes. Por tanto, podemos entender que la Tecnología se articula en torno a un binomio conocimiento-acción, donde ambos deben tener un peso específico equivalente. La aceleración que se ha producido en el desarrollo tecnológico justifica la necesidad formativa en este campo. La Tecnología debe abordar los conocimientos necesarios para que el alumno llegue a ser un agente activo en este proceso, ya sea como consumidor de los recursos que la tecnología pone en sus manos o bien como productor de innovaciones (UNIR 2013).

Una de las características esenciales de la Tecnología es su carácter integrador de diferentes disciplinas, aplicando en la práctica conocimientos teóricos de otras áreas de conocimiento reforzando el conocimiento global.

Cervera (2010) indica que la educación secundaria en el área de Tecnología presenta diversos ambientes de trabajo (aula, aula informática y aula taller) y esto dota de gran flexibilidad e innovación a las distintas prácticas didácticas.

Además el desarrollo del trabajo en el aula taller suele ser en equipo de modo que se aprende a participar, a respetar otras opiniones, a defender las propias y a llegar a acuerdos satisfactorios. De este modo, los alumnos son los protagonistas de sus propios aprendizajes, ejerciendo el profesor una labor de guía y de facilitador para que se dé el proceso del aprender haciendo.

A este respecto Cervera (2010) menciona que el profesor de Tecnología debe llegar a un equilibrio entre:

- Dar a sus alumnos la máxima libertad para desarrollar sus propias ideas cuando en su opinión conduzcan a algo satisfactorio.
- Dar experiencias educativas a sus alumnos que les den seguridad y permitan alcanzar los objetivos.

De la lectura del Real Decreto 1631/2006 podemos extraer que la metodología de enseñanza de la Tecnología combina la adquisición de conocimientos teóricos con su aplicación práctica mediante el *Método de Proyectos o de Resolución de Problemas Tecnológicos*, que constituye el primer bloque de contenidos de la materia de Tecnología. En este sentido, los distintos bloques de contenidos de dicha materia no pueden entenderse como bloques aislados sino que se vertebran transversalmente gracias a dicha metodología de proyectos.

Dicha metodología constituye una herramienta de aprendizaje muy potente dado que desarrolla habilidades y métodos que tratan de avanzar desde la formulación de un problema técnico hasta su solución constructiva incluyendo planos, croquis o bocetos, y todo ello, a través de una secuencia planificada que persiga la optimización de los recursos y de las soluciones. Ver tabla siguiente:

Tabla 5: Fases y acciones de un proyecto en el aula-taller de Tecnología.

Fase	Acciones del proyecto
Necesidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Análisis y planteamiento del problema</i>
Idea	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Investigación</i> ▪ <i>Formulación de alternativos.</i> ▪ <i>Diseño de la solución. Bocetos y croquis.</i>
Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Planificación de tareas y organización grupal</i> ▪ <i>Medidas y Cálculos. Presupuesto previo</i> ▪ <i>Ejecución de la solución. Construcción del prototipo</i> ▪ <i>Informe (Memoria, planos, planificación y presupuesto)</i>
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Ensayo del prototipo</i> ▪ <i>Mejoras y rediseño</i>
Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Exposición a profesor y resto del grupo.</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de Marpegán, Mandón y Pintos (2009)

Dichos bocetos, croquis o planos, facilitan el proceso de creación y análisis de las distintas posibles soluciones a un problema dado. Asimismo, dichas muestras de expresión gráfica facilitan la comunicación de ideas de forma clara y concisa. Dichos documentos serán básicos al principio de la etapa de secundaria e irán aumentando en su complejidad, especificidad y calidad lo largo de la misma. Asimismo, los útiles para realizar dichos dibujos irán desde lo más sencillo como el dibujo a mano alzada al comienzo de la ESO hasta lo más sofisticado como es el software de diseño gráfico por ordenador en el final de la etapa.

Al igual que en el mundo laboral, en el aula de Tecnología los proyectos suelen ir acompañados de un informe o proyecto de carácter técnico. Dicho Informe Técnico aglutina una memoria descriptiva, unos planos, una planificación y reparto de los trabajos entre los componentes del grupo y un pequeño presupuesto o listado de recursos materiales (Díaz del Prado, 2010).

Dichos planos se realizan en la fase de diseño del proyecto para construir el prototipo y se modifican si es necesario tras las pruebas. Dichos planos deben permitir interpretar, mediante vistas, perspectivas, acotaciones, etc., las soluciones constructivas a cualquier persona incluso ajena al proyecto, entre ellas el profesor.

Por tanto, deben tener un grado de definición suficiente, para lo cual existe toda una codificación y normalización acerca del lenguaje icónico y gráfico utilizado en dichos planos. Las herramientas de diseño asistido por ordenador tipo CAD, como el caso del software SketchUp, objeto de aplicación en este trabajo, tienen integrados dichos lenguajes.

3.1.3 Uso de programas CAD en Educación

Los mencionados programas de *Diseño Asistido por Ordenador*, también conocidos como tipo CAD (*Computer Aided Design* por sus siglas en inglés) son el conjunto de herramientas informáticas que tienen por objetivo ayudar al técnico en la realización física de los planos de un proyecto o prototipo. Para la utilización óptima de estos sistemas es necesario tener conocimientos básicos de informática. (Domínguez y Espinosa, 2002)

Según Chung (2009) se puede clasificar en cuatro tipos el software existente actualmente aunque la tendencia sea la de integrar los cuatro tipos:

- Herramientas 2D para construir planos.
- Software para modelado 3D.
- Software para animación.
- Software para simulación.

El software SketchUp correspondería a la segunda y tercera categorías.

El uso de estos programas CAD está muy extendido en las industrias, empresas y sobre todo ingenierías. De modo que estos programas deben también implantarse en nuestras escuelas para que los alumnos se formen en aquellos programas que se usan en el entorno laboral.

No obstante, no todas las herramientas CAD son válidas para fines educativos, generalmente cuanto más especializada y compleja sea una aplicación, menos se ajustará los fines didácticos (Alonso Rodríguez, Troncoso Saracho, Pérez Cota y González Cepón, 2005)

Según Alonso et al. (2005) las características que deben cumplir este tipo de programas para su uso con fines educativos están relacionadas con el concepto de la *Usabilidad* y son las siguientes, entre otras:

- Sencillez del programa, su entorno y herramientas.
- Existencia de distintos niveles de aprendizaje.
- Operatividad en Windows, Linux, Mac, etc.
- Bien documentado, con buenos tutoriales.
- Software libre o licencia gratuita.

Es necesario distinguir entre las dos posibilidades mencionadas en esta última característica. Ver tabla siguiente

Tabla 6: Diferencia entre Software Libre y Software Gratuito. Algunos ejemplos de Herramientas CAD.

Software Libre (Free Software)	Software Gratuito (Freeware)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiene el código fuente disponible. ▪ Se puede modificar, copiar y redistribuir libremente. ▪ Puede no ser gratuito. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No suele incluir el código fuente ▪ No pueden ser modificados ni redistribuido sin licencia del autor ▪ Es gratuito por definición.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>LibreCAD</i> ▪ <i>FreeCAD</i> ▪ <i>QCad</i> ▪ <i>SagCAD</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>SketchUp (en su versión básica)</i> ▪ <i>Draftsight</i> ▪ <i>NttCAD</i> ▪ <i>CadStd</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de Chung (2009)

Díaz Uceda (2013), en su estudio del uso de herramientas CAD en el área de Tecnología en centros de secundaria de Jaén, encuentra que los programas CAD de 2D más usados por los profesores son Autocad y Qcad y para CAD 3D, de nuevo Autocad (en su versión 3D llamada Inventor) y SketchUp a la par.

Por último, en cuanto a las ventajas de los programas 3D frente a los 2D, Aleixos Borrás, Piquer Vicent, Galmes Gual y Company Calleja (2002) encuentran que:

Con las aplicaciones 3D se puede trabajar directamente con el modelo geométrico tridimensional. El usuario manipula una escena de formas tridimensionales, y no tiene que realizar el proceso de proyección para visualizar la escena. Mientras, con aplicaciones 2D es el usuario quien debe generar todo tipo de imágenes planas aplicando el proceso de “modelado + proyección”. En otras palabras, mientras que con aplicaciones 2D se puede hacer *delineación asistida*, en aplicaciones 3D se pueden construir *modelos geométricos virtuales*.

3.1.4 Utilización de SketchUp en la Enseñanza Secundaria.

Si traducimos literalmente *Sketch Up* del inglés obtenemos “*Boceto Arriba*” en una clara alusión a la utilidad del programa de levantar o dar volumen a planos o bocetos en 2D.

En abril de 2012 la compañía Trimble Navigation compra el software SketchUp a Google, quien lo había popularizado con la versión Google SketchUp 8. Esta compañía lo había comprado seis años antes a la compañía @Last Software, creadora de dicha aplicación.

No obstante, aparte de la versión Pro comercial, el programa sigue teniendo una versión básica gratuita y multiplataforma (PC y Mac), lo que permite utilizarlo sin licencia para uso educativo o particular. En la etapa de Google se desarrollaron aplicaciones de pago dirigidas a profesionales como la de situar objetos o diseños en un lugar concreto (geo-referencia) gracias a la aplicación Google Earth (solo en la versión de pago).

Este tipo de software gratuito no puede compararse en prestaciones y capacidades a la versión Pro del propio SketchUp o a otros software comerciales como Pro-Engineer, Autodesk Inventor, Catia, etc. No obstante de entre los software “no técnicos” la aplicación SketchUp es uno de los software 3D más intuitivos y fáciles de usar comparativamente.

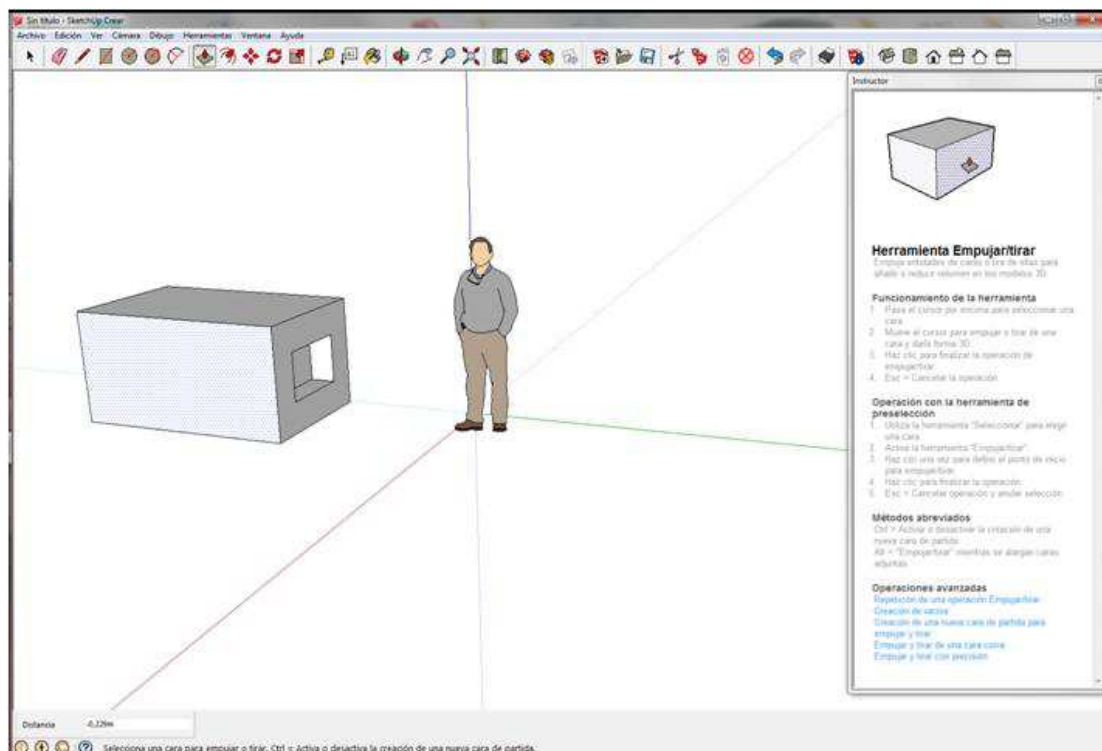


Figura 2 Ventana principal del programa SketchUp. Ayuda de instructor desplegada

Fuente: Elaboración propia

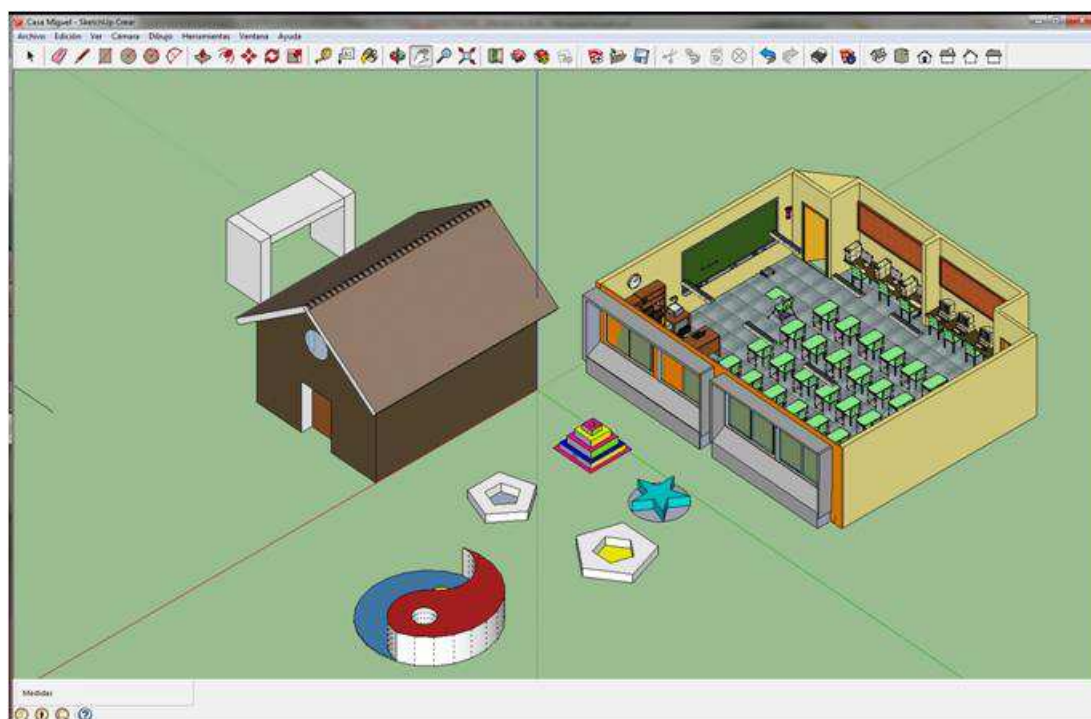


Figura 3. Ejemplo de figuras realizadas con SketchUp incluso modelo de aula importado de biblioteca de utilidades.

Fuente: Elaboración propia.

Algunas de las características más interesantes del software SketchUp para su uso en educación son:

- Su versión básica es gratuita y suficiente para el nivel de la ESO. Incluso los alumnos y profesores pueden descargárselo en casa para practicar.
- Sencillez de su interfaz, herramientas y manejo. Los elementos principales son las barras de título, herramientas y estado, así como los menús, el cuadro de control de valores (CCV) y el área de dibujo.
- Aprendizaje muy rápido e intuitivo sin necesidad de amplios conocimientos previos. Desde la primera sesión ya se pueden crear modelos en 3D.
- Permite obtener al instante las vistas 2D (alzado, planta, perfil, etc.) de la figura 3D que estemos modelando.
- Permite medir dimensiones y ángulos, utilizar escalas y cambiarlas e incluso realizar acotaciones en la figura tanto en 2D como en 3D.
- Permite dibujar en dos dimensiones en el plano para luego dar volumen con la tercera dimensión.
- Dispone gratuitamente de una biblioteca de objetos, fotos y texturas creada de modo colaborativo por todos los usuarios.
- Para cada herramienta seleccionada, el programa dispone de una ayuda tipo “instructor” que puede mantenerse desplegado a la vez que se maneja el programa con trucos, ilustraciones y animaciones.

Finalmente, conviene reseñar que el programa pone a disposición del usuario la página web con la guía oficial de ayuda, el denominado *Knowledge Center* que incluye, entre otros:

- Tutoriales en Video
- Foro de ayuda
- Tutoriales de autoaprendizaje.
- Guías de ayuda: Primeros Pasos, Conceptos, Guía Rápida, etc. (Ver en el Anexo II la *Guía de Referencia Rápida* de SketchUp de la versión anterior Google 8, única disponible actualmente hasta su actualización a SketchUp 2013)

Además de lo anterior, para fines educativos existen numerosos videos, tutoriales y actividades en la web para el uso y aprendizaje de sus múltiples posibilidades. Se ha recopilado una selección de ellos que figura en el Anexo I como *Guía Básica de Recursos y Actividades para uso de SketchUp en la Enseñanza Secundaria*.

3.1.5 Capacidad Espacial.

Saorín (2006), citado por Martín Dorta (2009, p.37) define la *Capacidad Espacial* como la habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional.

No obstante, debemos distinguir entre *Aptitud*, *Habilidad* y *Capacidad Espaciales*, dado que son términos que tienden a confundirse. Se encontró (Sorby, Wysocki y Baartmans, 2003, citados por Martín Dorta, 2009, p.36) que mientras que la Aptitud Espacial es innata a cada individuo, la Habilidad Espacial puede adquirirse o entrenarse mediante la práctica.

En el ámbito de la Psicología, Andrés Pueyo (2001) distingue entre *Rendimiento e Inteligencia*.

- Rendimiento corresponde a la aplicación de recursos, capacidades y disposiciones psicológicas para resolver un problema.
- Inteligencia es la potencialidad de una persona en un área dada.

En consecuencia, se puede decir que la aptitud espacial es una componente de la inteligencia mientras que la habilidad espacial está asociada al rendimiento.

Martín Dorta (2009, p.37) cita a Sánchez y Reyes (2003) quienes descubrieron que finalmente la Capacidad Espacial, como componente de la inteligencia, es el resultado de la integración de aptitudes espaciales, habilidades espaciales y/o destrezas o habilidades motoras.



Figura 4 Aptitud, Habilidad y Capacidad Espacial.

Fuente: Sánchez y Reyes (2003)

Entre las distintas clasificaciones de los componentes de la habilidad espacial no hay consenso entre autores. Maier (1998) indica cinco componentes:

- Relaciones Espaciales
- Percepción Espacial
- Visualización Espacial
- Rotación Mental
- Orientación Espacial

Sin embargo Mafalda (2000) considera solo tres de esos componentes:

- Relaciones Espaciales
- Orientación Espacial
- Visualización Espacial

Por otra parte, en la Universidad de La Laguna, el grupo de investigación Dehaes (Desarrollo de Habilidades Espaciales) viene realizando investigaciones desde el año 2004 con distintos colectivos de titulaciones diferentes de dicha universidad e incluso profesores. De entre sus investigadores Carbonell Carrera, Mejías Vera, Saorín y Contero González (2012) mencionan que los estudios realizados con dichos alumnos se han centrado en la medición de dos de esos componentes:

- Relaciones Espaciales: Habilidad de realizar rotaciones y comparaciones en figuras de dos y tres dimensiones.
- Visión Espacial: Habilidad de reconocer piezas tridimensionales mediante plegado y desplegado de sus caras.

Respecto a la medida de estos dos componentes Martín Dorta (2009) menciona las experiencias previas de varios investigadores entre ellos, Sorby y Baartmans (2000) y Saorín (2006) que avalan la idoneidad de dichos test para el propósito de medir las dos componentes mencionadas. Dichos test son los siguientes:

- Test de Rotación Mental (MRT). Inspirándose en los trabajos de Shepard y Metzler sobre rotaciones mentales, Vandenberg y Kuse crearon en 1978 el Test MRT (Mental Rotation Test) cuya puntuación máxima es 40. En los primeros resultados obtenidos por estos autores ya se puede apreciar una característica de este test, una diferencia clara entre hombres y mujeres. En el Anexo III se puede encontrar la primera hoja del test adaptado por Albaret y Aubert en 1990.

- Test de Relaciones Espaciales, de la serie de Test de Aptitudes Diferenciales (DAT –SR). Está englobado dentro del conjunto de test DAT (Differential Aptitude Test) y corresponde a la parte SR (Spatial Relations). La máxima puntuación es 50. Todos estos test fueron creados por Bennet y Wesman en 1947, que luego evolucionarían (ver Anexo IV) al DAT- 5 actualizado por Bennett, Seashore, Wesman y Cordero Pando (2000). Estos test que se presentan en dos niveles, se utilizan para medir el coeficiente intelectual y son muy usados en el área de los Recursos Humanos.

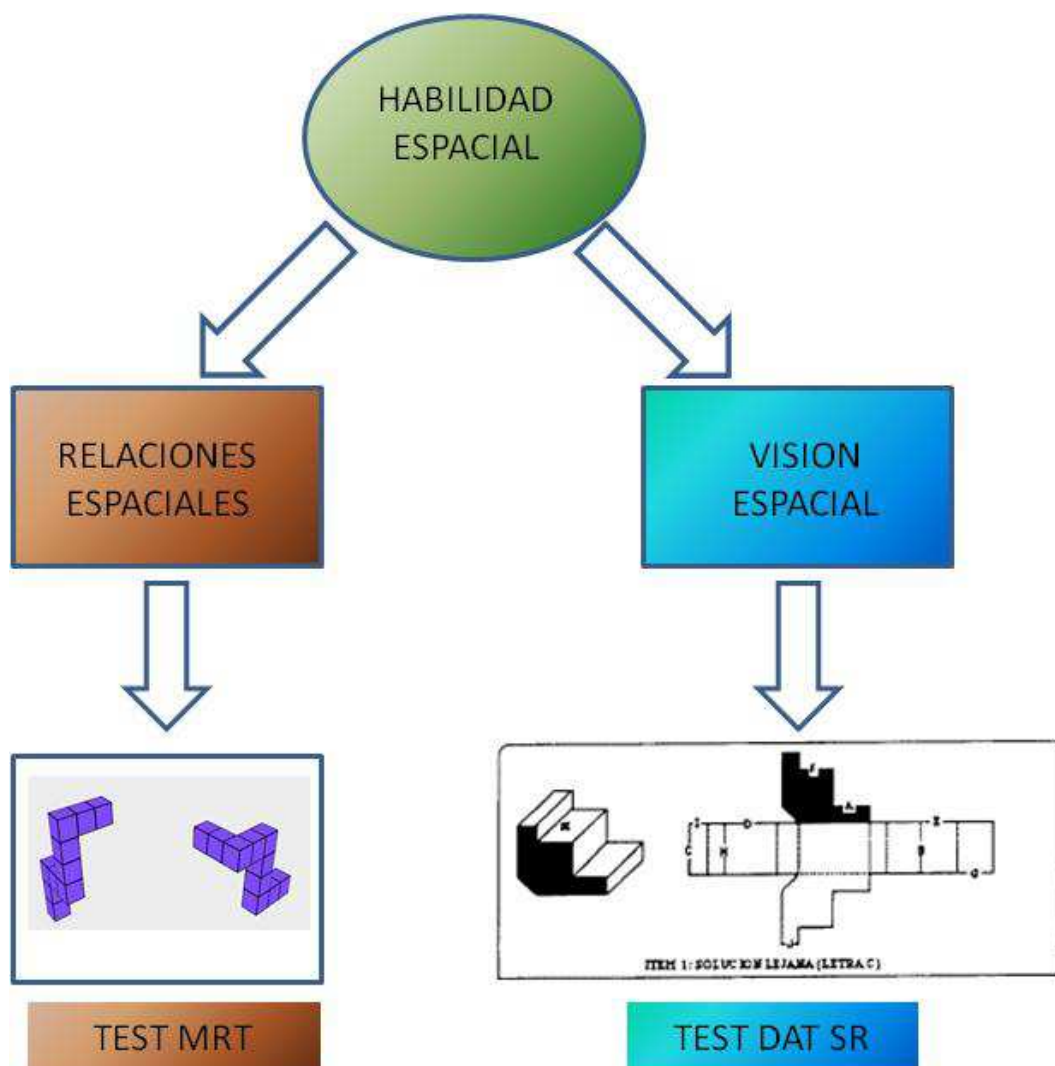


Figura 5. Componentes de la Habilidad Espacial y Test de medida asociados.

Fuente: Adaptación a partir de Martín Dorta (2009)

Resultados de investigaciones previas.

Martín Dorta (2009) p72-73, referencia en su tesis doctoral distintos trabajos de investigación desde 1994 hasta 2007 llevados a cabo principalmente en EEUU, junto con Australia y Brasil, respecto a la *Mejora de las Habilidades Espaciales* usando CAD 3Dy/o Modelado Sólido. Los estudios fueron realizados con alumnos de nivel universitario, utilizando distintas herramientas para la práctica tridimensional y realizando distintos tipos de test, MRT, DAT-SR y otros, con resultados dispares. No obstante son mayoría los estudios que concluyen que los entrenamientos con entornos tridimensionales mejoran las habilidades espaciales de los participantes.

Investigaciones más recientes en materia de evaluación de la mejora de la capacidad espacial sobre muestras de universitarios, tras entrenamiento con SketchUp y aplicaciones de construcción con bloques para teléfonos móviles y tabletas, confirman la mejora efectiva de dicha capacidad espacial, medida en términos de ganancia mediante los test MRT, DAT-SR y otros. En la siguiente tabla podemos ver las características de dichas investigaciones, la mayoría de las cuales han sido realizadas por miembros del citado grupo Dehaes con estudiantes de la Universidad de la Laguna. En la bibliografía se referencian dichos trabajos de investigación.

Tabla 7: Capacidad Espacial y Aprendizajes en entornos 3D. Investigaciones recientes.

Autor / (Año)	Estudiantes de la muestra	Método de aprendizaje	Ganancia de los Test
Martín Dorta (2009)	Ingenieros Técnicos de Obras Públicas	Construcción de modelos en 3D a partir de bloques. Aplicación para tableta y móvil.	MRT: 8 puntos
Kurtuluş y Candaş (2010)	Profesores de Matemáticas	Google SketchUp 8	Santa Bárbara Solid Test: 3 puntos
González, Carbonell, Saorín y De la Torre (2011)	Ingenieros Marítimos y Náuticos	Google SketchUp 8	MRT: 6,30 puntos DAT-SR: 11,20 puntos
De la Torre, Saorín, Carbonell, Del Castillo y Contero (2012)	Bellas Artes	Google SketchUp 8	MRT: 6,98 puntos

NOTA: Santa Bárbara Solid Test: Cohen y Hegarty (2007)

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas investigaciones

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS. ESTUDIO DE CAMPO.

3.2.1 Contextualización

Este estudio de campo se ha llevado a cabo para complementar la información reflejada en el marco teórico, dado que ninguna de las investigaciones allí referenciadas contempla estudios de esta índole sobre alumnos de enseñanza secundaria sino de estudios universitarios.

Dicho estudio se ha realizado en el Instituto de Enseñanza Secundaria *Federico García Lorca* de las Matas, municipio de Las Rozas, localizado en la zona noroeste de la Comunidad de Madrid. La oferta educativa del instituto comprende ESO, Bachillerato y un Ciclo Formativo de Grado Medio, Laboratorio de Imagen. Las actividades de este estudio se han realizado en paralelo con los grupos B y C de 12 y 14 alumnos respectivamente durante las clases de Tecnología de 4º de la ESO.



Figura 6 Oferta de Tecnología de 4º de ESO como materia optativa.

Fuente: I.E.S. F: García Lorca de Las Matas

Dos circunstancias han ayudado a la consecución de este estudio. La primera es que en el instituto se imparte la materia optativa 4º de Tecnología y que en su programación didáctica está contemplada la unidad didáctica *Diseño Asistido por Ordenador (DAO)*. Esta misma unidad didáctica, incluyendo contenidos y actividades de SketchUp se trata en el libro de texto *Tecnología 4* (Gonzalo, Rodrigo y Salvador. 2012 a).

La segunda es la vinculación con la Jefe del Departamento de Tecnología del centro. Dicha profesora es la que ha impartido el curso de SketchUp, siguiendo su programación didáctica, y la que ha conducido la realización de los test tipo MRT y DAT-SR previos y posteriores al taller de aprendizaje junto con la encuesta de satisfacción, todos ellos proporcionados por este investigador.

3.2.2 Metodología

A continuación se describen las fases del estudio, las características de los test utilizados y los objetivos y contenidos de la Encuesta de Satisfacción.

3.2.2.1 Fases del estudio.

El presente estudio de campo se ha desarrollado en tres fases bien diferenciadas:

- Fase 1: Pre-test: Realización de test previos: 1 sesión.
- Fase 2: de aprendizaje: Realización de curso de SketchUp: 5 sesiones.
- Fase3: Post-test: Realización de los mismos test de la fase 1 para comparar resultados y Encuesta de Satisfacción: 1 sesión.

Los dos grupos han ido parejos en sus actividades. No obstante cada uno de los alumnos ha tenido un ritmo diferente y algunos no han finalizado todos los ejercicios. La temporalización de las actividades se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 8: Temporalización del estudio de campo.

Grupo	Alumnos	Día	Sesión	Actividad
4º B	12	30 enero	1	PRE-TEST de Capacidad Espacial y Nociones básicas de SketchUp
4º C	14	30 enero		
4º B	12	3 febrero	2	3 piezas. Página 23 del libro de texto.
4º C	14	3 febrero		
4º B	12	5 febrero	3	3 piezas. Página 30 del libro del profesor
4º C	14	4 febrero		
4º B	12	6 febrero	4	3 piezas. Página 29 del libro de texto.
4º C	14	6 febrero		
4º B	12	10 febrero	5	Diseño del Exterior de una casa, siguiendo el tutorial de las páginas 24 a 27 del libro de texto.
4º C	14	10 febrero		
4º B	12	12 febrero	6	Continuación de la actividad anterior
4º C	14	11 febrero		
4º B	12	13 febrero	7	POST-TEST de Capacidad Espacial y Encuesta de Satisfacción
4º C	14	13 febrero		

Fuente: Paloma Díaz Núñez, Jefe de Departamento de Tecnología del I.E.S. F. García Lorca.

Nota: Libro de texto (Gonzalo, Rodrigo, y Salvador. 2012 a).

Libro del profesor (Gonzalo, Rodrigo, y Salvador. 2012 b).

3.2.2.2 Test de Capacidad Espacial.

Para cumplir el objetivo principal y contrastar la primera hipótesis de este trabajo “*Un curso de diseño 3D mediante SketchUp es adecuado para mejorar la capacidad espacial de los alumnos de 4º de la ESO*”, se han seleccionado dos tipologías de test, el MRT y el DAT-SR para evaluar las dos componentes principales de la Capacidad Espacial, las *Relaciones Espaciales* y la *Visión Espacial*, respectivamente. No obstante en el estudio de campo se han realizado tres test diferentes, dos del tipo MRT y uno del tipo DAT-SR. En la siguiente tabla figuran los diferentes test, su autor, su tipología e instrucciones básicas.

Tabla 9 Test empleados para evaluar la Capacidad Espacial.

Tipo / Test	Autor	Instrucciones básicas	Resultado/ Duración
MRT / Rotations	Cambridge Brain Sciences Inc.	Ver si las 2 figuras bidimensionales que aparecen en la pantalla están giradas una respecto a la otra.	Valor numérico / 90 segundos
MRT / Mental Rotation Training	Björn Kechel (bjornson's blog)	Elegir, de entre varias opciones, la figura idéntica pero girada a una figura dada y emparejarla con ella	Tiempos y número de intentos / 10 situaciones
DAT-SR. / Spatial Reasoning Aptitude Test	Fibonacci	Elegir de entre 4 distintas opciones de figuras en 3D la que corresponde a un desarrollo plano dado.	Número de figuras acertadas / 8 o 12 situaciones

Fuente: Elaboración propia

Los test utilizados en el estudio se alojan en distintas páginas web y se realizan directamente *on-line* en dichas páginas web mediante el ordenador. Efectivamente, los test difieren de los originales MRT y DAT-SR aunque conservan la misma filosofía. Una diferencia notable en cuanto a los dos test (1 y 2) del tipo MRT de las páginas web es que las figuras a comparar están giradas en el mismo plano mientras que en las hojas originales de los test MRT, las figuras están giradas en el espacio.

Se ha preferido utilizar para el estudio los test alojados en las páginas web en lugar de los originales por razones de coherencia con el uso de TIC en la materia, gratuidad, comodidad y operatividad para los alumnos y profesora, así como por la motivación extra que supone para los alumnos realizarlos en el ordenador a través de una web en vez de en papel.

Además, en el caso de los dos primeros test, el tiempo es una variable, la cual viene controlada por la propia aplicación del test en la web; de otro modo, si fueran los test originales, en algunos casos (test 1 y 2) habría que haber tomado manualmente los tiempos de realización de cada test e incluso (test 2) de cada ejercicio dentro del conjunto del test para cada alumno.

A continuación se estudian los distintos test con mayor profundidad. En los Anexos V, VI y VII se pueden encontrar los portales de inicio de dichas páginas web.

1) Test Rotations (tipo MRT).

Este test se aloja en la web de Cambridge Brain Sciences Inc, compañía británica investigadora del sector médico que proporciona herramientas científicamente probadas para la evaluación de la función cognitiva. La web presenta hasta 14 test online diferentes agrupadas por categorías de memoria, razonamiento, planificación y concentración, perteneciendo a esta última categoría el test elegido *Rotation Task*. Este test en concreto ayuda a las investigaciones con enfermos de Parkinson, los cuales tienen afectadas las habilidades de *Relaciones Espaciales*.

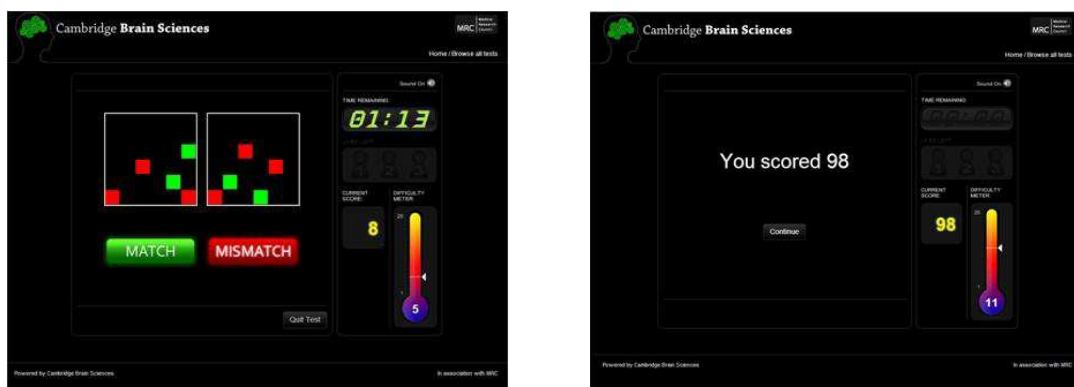


Figura 7. Pantallas inicial y final, con resultado numérico, del Test Rotations.

Fuente: Cambridge Brain Sciences

Instrucciones proporcionadas para el Test Rotations

El test mide la habilidad de tu cerebro de rotar mentalmente objetos. Aparecen dos cuadrados en la pantalla, rellenos con bloques rojos y verdes. Al rotar los cuadrados podrás comprobar si son idénticos o diferentes. Pulsa en “Match” si son idénticos o en “Mismatch” si son diferentes. Si aciertas, la siguiente pantalla será más difícil. Si fallas, la siguiente pantalla será más fácil. Resuelve tantas pantallas como puedas en 90 segundos (Cambridge Brain Sciences, 2013).

El test no establece una puntuación máxima definida, pero puede haber resultados finales negativos pues los fallos restan. Efectivamente, si se realiza el test decidiendo rápidamente al azar es fácil obtener valores negativos como resultado.

Por otra parte, cada puntuación obtenida se corresponde con un percentil que indica el porcentaje de muestra que ha realizado el test que se encuentra por debajo de tu puntuación. Esta opción solo está disponible para usuarios registrados (Ver figura 8)

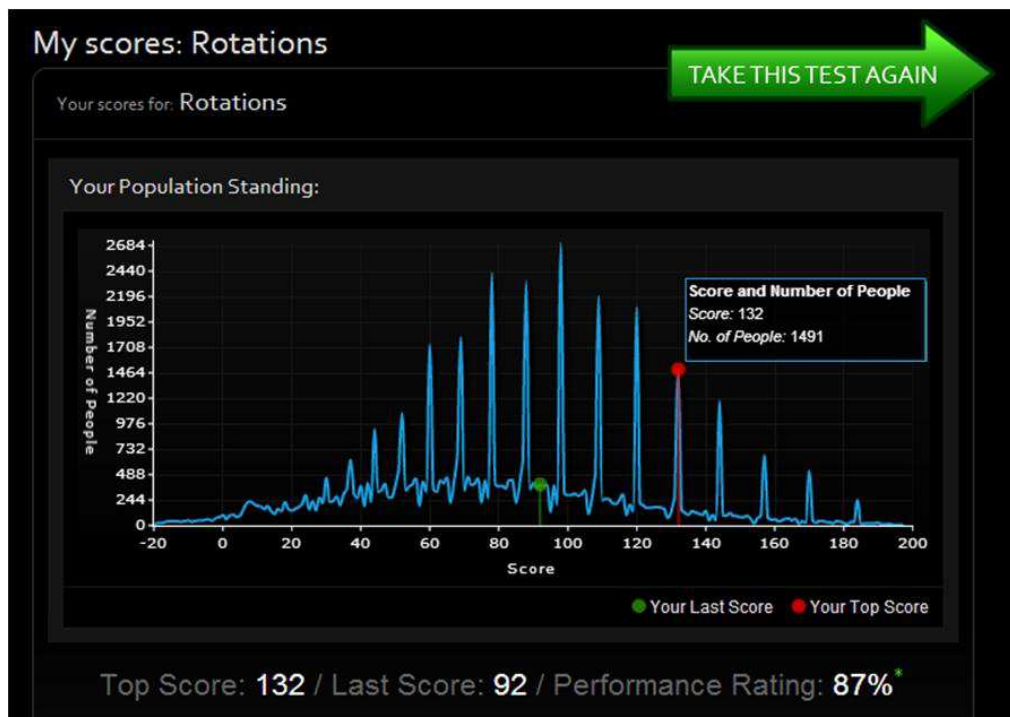


Figura 8. Resultado, percentil y distribución estadística del Test Rotations.

Fuente: Cambridge Brain Sciences

En teoría, la participación de nuevos usuarios, como por ejemplo los alumnos de este estudio, habría afectado a la distribución y a los valores de los percentiles. Sin embargo, en la práctica no se han visto afectados, dado el gran tamaño de la muestra de la distribución.

El resultado numérico del test es el resultado de un algoritmo interno que contabiliza aciertos, fallos y tiempos de respuesta. Dicho resultado por tanto, no se ve afectado por nuevas participaciones en la muestra. Este es el valor que se ha tomado en cuenta en el pre-test y el post-test para calcular la ganancia de cada alumno entre ambas participaciones, tras el curso de aprendizaje con SketchUp.

2) Test Mental Rotation Training (tipo MRT).

Este test se encuentra en el blog [bjornson's blog](#) del alemán Björn Kechel, experto programador. En el blog se ofrecen distintas aplicaciones creadas por el autor, entre ellas el test *Mental Rotating Training* publicado en septiembre de 2008.

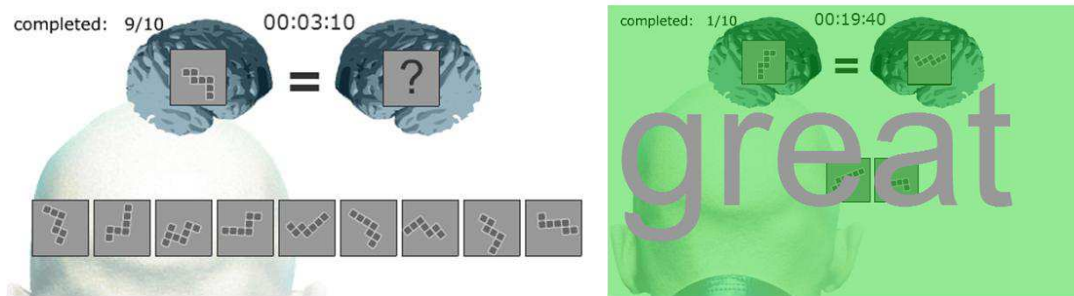


Figura 9. Pantallas de decisión y acierto del Test Mental Rotating Training. Nivel intermedio.

Fuente: bjornson's blog

Instrucciones proporcionadas para el Test Mental Rotating Training.

Con esta aplicación tú puedes medir tus habilidades de rotación mental, una de las pocas habilidades que supuestamente muestran una diferencia real entre hombres y mujeres así como entre estudiantes de ciencias y de artes. No obstante, se ha demostrado la capacidad para mejorar, especialmente partiendo de pobres resultados (Kechel, B. 2008).

El objetivo del test es emparejar, mediante movimiento de arrastre con el ratón, la única figura correcta, de entre las figuras dadas como opción, con la casilla vacía marcada con un interrogante, a la derecha de la figura de muestra. La figura elegida como correcta deberá ser idéntica a la de muestra pero estará girada en el plano respecto a la muestra.

El test dispone de tres niveles de dificultad, no tanto por las figuras mostradas sino por el número de posibles figuras para emparejar. En el nivel fácil se ofrecen 3 opciones, en el intermedio 6, y en el difícil 9 y solo una correcta en los tres niveles.

El test plantea 10 situaciones problema y al finalizarlas muestra como resultados los tiempos medios (segundos y centésimas) de resolución de dichas situaciones. En dicha pantalla final también muestra las estadísticas de tiempos promedio de los usuarios, categorizados en usuarios sin errores o con errores, para los que muestra también el promedio de intentos para conseguir el acierto. Efectivamente, el test permite fallar y elegir otra opción con la simple penalización del tiempo perdido.

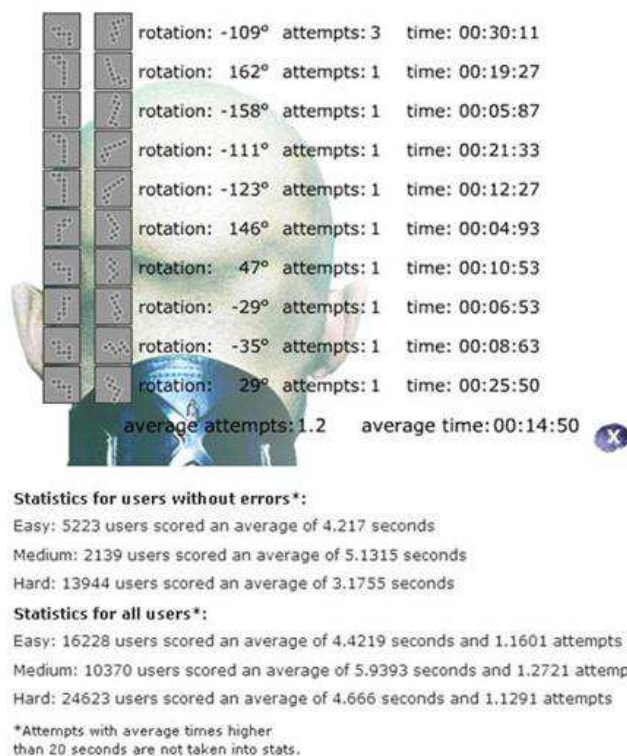


Figura 10. Pantalla final con tiempos promedios y estadísticas. Test Mental Rotating Training. Nivel difícil.

Fuente: bjornson's blog

Como en el caso del test 1 anterior, la participación de nuevos usuarios, como por ejemplo los alumnos de este estudio, afecta a las estadísticas. Sin embargo, de nuevo, los valores promedios de tiempos que ofrece el test 2 y que hemos tomado para el estudio son independientes de dichas estadísticas.

Al analizar en profundidad el test (metatest) aparecen los inconvenientes. En primer lugar, el tiempo de arrastre de la figura correcta a la posición vacía y la precisión necesaria para esta maniobra penalizan el tiempo obtenido como resultado, de modo que los participantes más “rápidos o diestros” tendrían ventaja frente a los menos. Esta rapidez o destreza va más allá de las destrezas mencionadas en el marco teórico como componentes intrínsecas de la Capacidad Espacial (ver figura 4).

Por otra parte, uno de los comentarios en el blog, ajenos al estudio, ha indicado que eligiendo rápida y mecánicamente las opciones de derecha a izquierda se pueden conseguir tiempos incluso mejores que mirando las figuras. Se puede, por tanto, mejorar los tiempos a costa de penalizar el número de intentos. Este investigador ha constatado dicha posibilidad. Se desconoce cuántos participantes han mirado las figuras y cuantos han elegido rápidamente sin mirar afectando las estadísticas.

No obstante lo anterior, en el caso de que los alumnos del estudio, hubieran realizado el test mirando las figuras, se podría considerar la diferencia entre tiempos promedios pre-test y post-test como ganancia de cada alumno tras el curso de aprendizaje con SketchUp.

Sin embargo, atendiendo a los inconvenientes reflejados en los párrafos anteriores, este test no puede considerarse válido para esta investigación. Aún así, se han analizado dichos resultados con el único objetivo de compararlos con los del primer test de tipo MRT, el test 1 *Rotations* de Cambridge Brain Sciences.

3) Test Spatial Reasoning Aptitude Test (tipo DAT-SR).

Este test se encuentra en la web de Fibonacci, orientada al campo de los test de inteligencia, de aptitudes, de evaluación, entre otros. En la web cualquier usuario puede realizar gratuitamente hasta 17 test online agrupados en 5 categorías según los diferentes tipos de razonamiento: lógico, verbal, abstracto, numérico y espacial. De esta última categoría se ha elegido el *Spatial Reasoning Aptitude Test* (tipo DAT-SR).

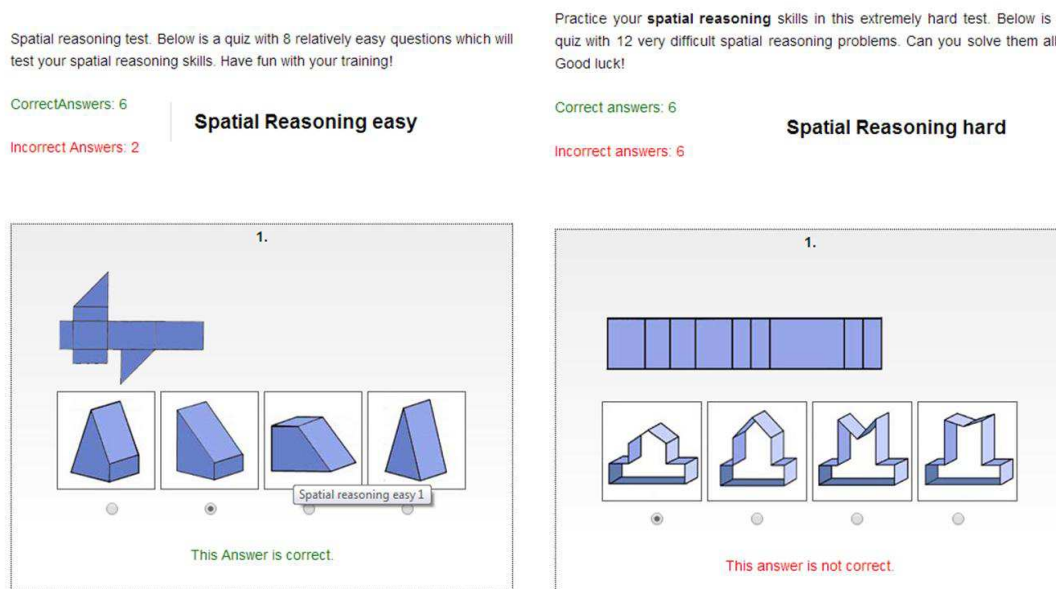


Figura 11 Pantallas de resultado con número de respuestas correctas / incorrectas del Test Spatial Reasoning Test. Niveles fácil (izquierda) y difícil (derecha).

Fuente: Fibonacci.

El test dispone de dos niveles de acuerdo con la dificultad de las figuras mostradas. En el nivel fácil hay 8 ejercicios y en el difícil 12 ejercicios.

Instrucciones proporcionadas para el Spatial Reasoning Test

Para resolver este problema tú debes plegar en tu mente el desarrollo de la figura desplegada y elegir la representación correcta de entre las cuatro posibilidades.

Para comenzar, elige la versión fácil o difícil del test. Practica tu razonamiento espacial completando este entrenamiento de 20 problemas dividido en dos niveles de dificultad para mejorar tus habilidades en razonamiento espacial (Fibonacci, 2011).

El test no considera el tiempo empleado sino las respuestas. El resultado final es el número de respuestas correctas. Al finalizar el test y pulsar la opción de revisión es cuando se muestra el número total de respuestas correctas e incorrectas, así como cada uno de los ejercicios indicando si es correcto o incorrecto (ver figura 11). Se ha evitado que los alumnos pudieran ver las respuestas correctas y recordarlas y así condicionar el resultado del post-test al finalizar el curso de SketchUp.

Desarrollo de los Test.

En cuanto a desarrollo del conjunto de los test, a continuación figura una tabla con los distintos test, niveles de dificultad y número de veces o repeticiones que han sido realizados por los alumnos en las fases pre-test y post-test.

Tabla 10: Secuencia y dificultad de los test realizados en el estudio.

Test	Fase	Niveles de dificultad		
		Fácil	Intermedio	Difícil
1. Rotations	Pre-test	Nivel único: 2 veces		
	Post-test	Nivel único: 2 veces		
2. Mental Rotation Training	Pre-test	2 veces	2 veces	0 veces
	Post-test	2 veces	2 veces	0 veces
3. Spatial Reasoning Aptitude Test	Pre-test	1 vez	No hay	0 veces
	Post-test	1 vez	No hay	0 veces

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al valor académico de estos test, no se han encontrado equivalencias de puntuación entre estos test online y los originales en papel MRT y DAT-SR, cuya primera hoja figura en los Anexos III y IV. En realidad, en el alcance de este estudio tampoco se pretende establecer dichas equivalencias para así poder comparar los resultados con los de otras investigaciones. Para el objeto de este estudio ha bastado con anotar los resultados de los distintos test antes y después de las sesiones con el programa SketchUp y compararlos observando la ganancia de la secuencia pre-test/post-test.

3.2.2.3 Encuesta de Satisfacción.

La encuesta de Satisfacción se ha realizado para cumplir los objetivos específicos 1 y 2 y contrastar las hipótesis 2 y 3 de este trabajo, los cuales tratan acerca de la utilidad y la motivación sobre la asignatura de Tecnología de 4º de la ESO tras la realización del curso de SketchUp.

Dicha Encuesta de Satisfacción ha sido realizada el último día de uso del programa SketchUp a continuación de los post-test de evaluación de la Capacidad Espacial, por los mismos alumnos que han realizado los test. Para la recogida de los datos se ha empleado la herramienta del cuestionario mediante preguntas obligatorias y cerradas, con múltiples respuestas pero solo una permitida (alternativa simple).

Siguiendo con la filosofía de empleo de TIC y en base a las razones esgrimidas anteriormente para el uso de los test *online*, se ha confeccionado un cuestionario de 10 preguntas a través de la página web *SurveyMonkey*. En dicha página, de modo gratuito y con una interfaz muy sencilla, flexible e intuitiva se pueden crear, compartir y analizar encuestas. Incluso dispone de un banco de preguntas.

De esta manera, para la realización de la encuesta los alumnos simplemente han tenido que pinchar en un enlace enviado por correo electrónico a la profesora de Tecnología. Los resultados anónimos de la encuesta se reflejan en tiempo real y con acceso mediante contraseña en la página web donde el investigador tiene alojada la encuesta en cuestión. En el Anexo VIII se encuentra el cuestionario de la encuesta.

La encuesta está dividida en dos bloques claramente diferenciados. El bloque de las 5 primeras preguntas recopila información acerca del grupo de clase y de algunos factores posiblemente influyentes en la capacidad espacial, tales como el sexo, la lateralidad, el hábito a los videojuegos y obviamente el manejo previo de programas tipo CAD.

El bloque de las 5 últimas preguntas pretende conocer la opinión directa de los alumnos con el objetivo de, por una parte, contrastar las hipótesis de partida de este trabajo y por otra parte conocer algunas posibles dificultades y la posible influencia del manejo de entornos 3D para mejorar el entendimiento de figuras en 2D.

Es en este segundo bloque de preguntas donde podremos aplicar filtros y comparaciones en la aplicación de SurveyMonkey para conocer los porcentajes de las categorías de las preguntas 1 a 5 en cada una de las respuestas 6 a 10, para así poder indagar acerca de los factores de influencia mencionados anteriormente.

En la tabla de la página siguiente se reflejan las preguntas, respuestas posibles y objetivo de las mismas.

Tabla 11: Justificación de las preguntas de la Encuesta de Satisfacción

Pregunta	Respuestas posibles		Objetivo
Pregunta 1: ¿Cuál es tu clase?	4º B		Comparar los dos grupos
	4º C		
Pregunta 2: Sexo	Masculino		Comparar los dos sexos
	Femenino		
Pregunta 3: ¿Con que mano dibujas?	Izquierda		Comparar por lateralidad
	Derecha		
Pregunta 4: ¿Eres usuario habitual de videojuegos?	Nada	Bastante	Valorar la influencia del uso de videojuegos
	Poco	Mucho	
Pregunta 5: Antes de estas clases con SketchUp, ¿habías utilizado algún programa de diseño por ordenador?	Si		Valorar la influencia de experiencias previas con CAD
	No		
Pregunta 6: ¿Crees que estas clases de SketchUp son útiles para el aprendizaje de la asignatura Tecnología de 4º ESO?	Poco o nada		Contrastar la hipótesis nº 2 de este estudio.
	Bastante		
	Mucho		
Pregunta 7: ¿Me he sentido capaz de realizar los ejercicios planteados?	Si		Conocer si el nivel de los ejercicios es adecuado
	No		
Pregunta 8: Lo que he aprendido con SketchUp me permite entender mejor las vistas normalizadas en papel (alzado, planta, perfil)	Si		Conocer la influencia del entorno 3D sobre el 2D
	No		
Pregunta 9: El programa SketchUp ha mejorado mi Visión Espacial	Poco o nada		Conocer la opinión de los alumnos sobre el cumplimiento de la hipótesis nº 1
	Bastante		
	Mucho		
Pregunta 10: ¿Crees que después del aprendizaje de SketchUp con el ordenador, ha mejorado tu motivación para aprender más temas de Tecnología mediante el ordenador?	Poco o nada		Contrastar la hipótesis nº 3 de este estudio
	Bastante		
	Mucho		

Fuente: Elaboración propia

3.3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.3.1 Resultados y análisis de los Test de Capacidad Espacial

El primer objetivo de este apartado es mostrar y analizar los resultados de los tres test de capacidad espacial realizados por los alumnos mediante las aplicaciones alojadas en las páginas web descritas en el apartado anterior. En realidad se trata de cuatro test dado que el test 2 ha sido realizado en dos niveles, fácil e intermedio. Se muestran tanto tablas con valores numéricos como gráficos. Para el test 1 y solo en los gráficos, se ha dividido el resultado entre 100 para equipararlo en la escala de los otros test y poder representarlo comparativamente.

Para cada alumno y cada test se han calculado las ganancias de cada resultado obtenido comparando los valores pre-test y pos-test. Asimismo se han obtenido los valores de desviación estándar. Para los test tipo MRT, donde ha sido posible la repetición en el mismo nivel sin que implique un aprendizaje ni una desvirtuación de los datos, se han tomado los resultados promedio para calcular las ganancias.

También se analiza la posible influencia de los factores *grupo de clase* y *género de los alumnos* sobre el resultado de los test, incluso teniendo en cuenta las opiniones de la profesora recogidas mediante observación directa.

En siguiente figura se aclaran los conceptos de ganancia (positiva y negativa) para los distintos tipos de test. Para los test 1 MRT y test 3 DAT-SR la ganancia suele ser positiva y se suma al valor obtenido en el pre-test para conseguir el valor del post-test. En cambio, para el test 2 MRT la ganancia es negativa, al tratarse de tiempos o intentos, y se resta al valor obtenido en el pre-test para obtener el valor del post-test.

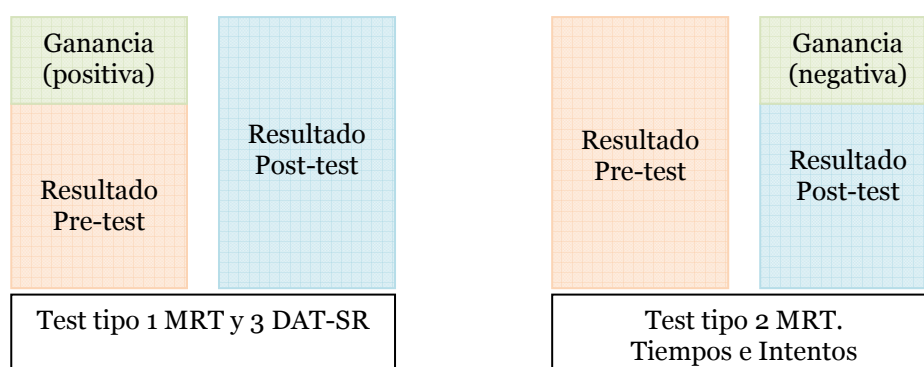


Figura 12. Conceptos de ganancia para los distintos test.

Fuente: Elaboración propia.

En el marco teórico de este trabajo, en el apartado 3.1.5 acerca de la Capacidad Espacial ya se manifestó que Martín Dorta (2009, p.37) cita a Sánchez y Reyes (2003) quienes descubrieron que la Capacidad Espacial, como componente de la inteligencia, es el resultado de la integración de aptitudes espaciales, habilidades espaciales y/o destrezas o habilidades motoras.

Martín Dorta (2009, p36) también cita a Sorby, Wysocki y Baartmans (2003) quienes descubrieron que mientras que la Aptitud Espacial es innata a cada individuo, la Habilidad Espacial puede adquirirse o entrenarse mediante la práctica.

De acuerdo con estas últimas consideraciones se puede equiparar la *Ganancia* a la parte de las *Habilidades Espaciales* adquiridas mediante práctica o entrenamiento, el resultado del *Pre-test* con la *Aptitud Espacial* innata y el resultado del *Post-test* con la propia *Capacidad Espacial*, aunando las anteriores.

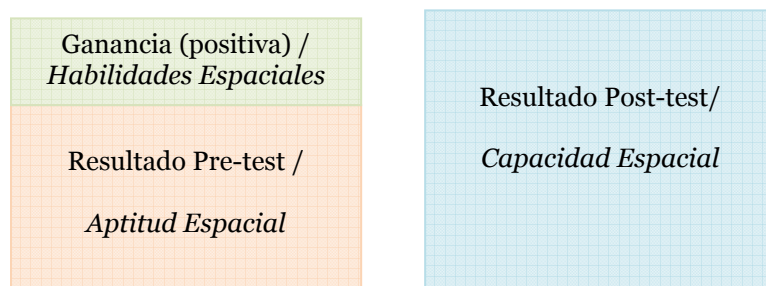


Figura 13. Analogía entre los elementos del test y de la Capacidad Espacial.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en el análisis de las ganancias hay que tener en cuenta dos aspectos en la relación entre ganancia y resultados:

- Una mayor ganancia no implica necesariamente un mejor resultado en los valores numéricos de los test, sino simplemente una mayor diferencia entre los resultados pre-test y post-test. De hecho, es frecuente que una mayor ganancia corresponda a resultados iniciales pre-test más bajos.
- Una menor ganancia no implica necesariamente un peor resultado en los valores numéricos de los test. De hecho, esta circunstancia puede indicar que el margen de mejora ha sido mínimo por estar, en la fase pre-test, próximos al máximo nivel de resultados posibles.

Para poder comparar los valores de los distintos test, dado que cada uno de ellos tiene sus propias variables y escalas de resultados, se ha utilizado la ganancia expresada como porcentaje de mejora. Para los test con ganancia positiva (test 1 y 3) se expresa la ganancia en porcentaje sobre el total del resultado final del post-test (100%), mientras que para los test con ganancia negativa (test 2) se expresa la ganancia en porcentaje sobre el total del resultado inicial del pre-test (100%).

En la siguientes tabla y figura se muestran los valores de las ganancias expresadas como dichos porcentajes. Para el test 2 MRT se considera la variable tiempo, pero no la variable número de intentos, por ser menos significativa para este estudio.

Tabla 12: Test 1 y 2 MRT y Test 3 DAT-SR. Ganancias como porcentaje

Test	Ganancias expresadas como porcentaje			
	Test 1 MRT	Test 2 MRT Tiempos		Test 3 DAT-SR
		Fácil	Intermedio	
Total n=26	21,27%	- 27,50%	- 14,78%	20,86%
Femenino n=15	15,35%	- 32,52%	- 11,55%	32,89%
Masculino n=11	29,74%	- 17,39%	- 20,40%	6,35%
Grupo 4º B n=12	14,51%	- 35,28%	- 14,01%	37,74%
Grupo 4º C n=14	27,75%	- 17,48%	- 15,67%	10,47%

Fuente: Elaboración propia

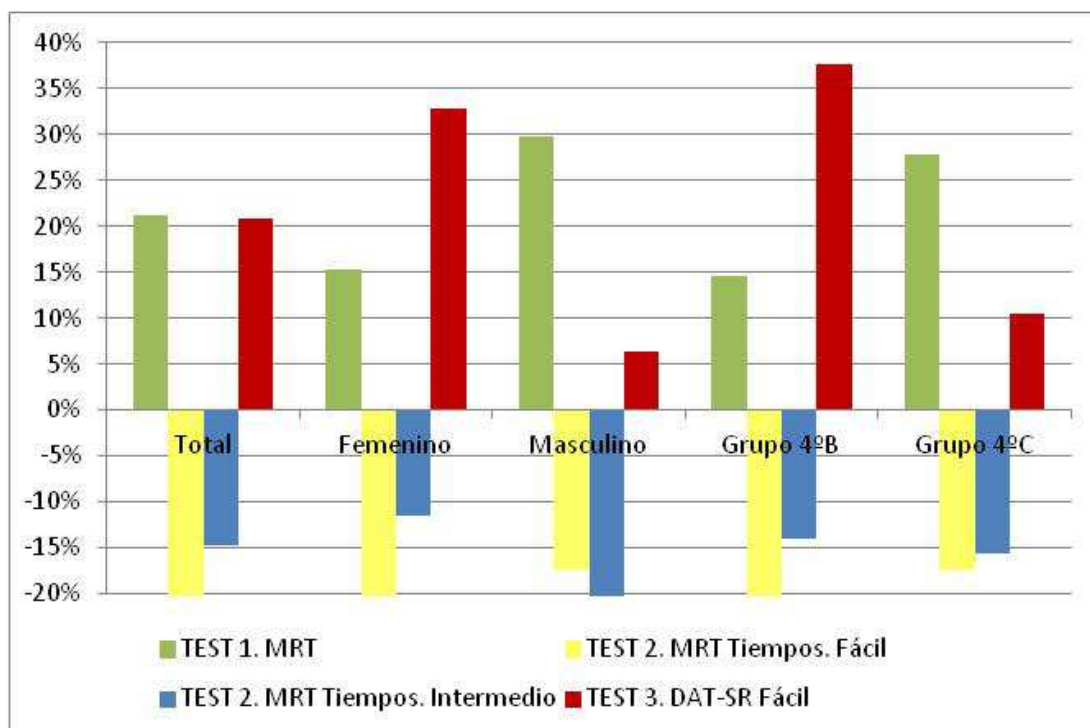


Figura 14. Ganancias en porcentaje para los distintos test y grupos.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos reflejados en la tabla 12 y en la figura 13 podemos destacar lo siguiente:

- Para el conjunto de todos los alumnos los porcentajes de ganancias de los distintos test están aproximadamente entre el -30% y el +25%.
- El test donde mayor ganancia, en valor absoluto, ha experimentado el conjunto de todos los alumnos, ha sido el test 2 MRT-tiempos-fácil y el de menor ganancia ha sido el del mismo tipo en el nivel intermedio.
- En aquellos test donde las alumnas han obtenido mejores ganancias (test 2 MRT-tiempos-fácil y test 3 DAT-SR) es precisamente donde peores las han obtenido los alumnos, que obtienen sus mejores resultados en los otros dos (test 1 MRT-tiempos-fácil y test 2 MRT-tiempos-intermedio).
- Cada uno de los dos grupos 4º B y 4º C, obtiene mejores y peores ganancias en test diferentes.

El segundo objetivo de este apartado es contrastar, mediante los resultados de los test, la primera de las hipótesis iniciales de este trabajo que figuran en el apartado 2.1. El enunciado de dicha hipótesis es: “*Un curso de diseño 3D mediante SketchUp es adecuado para mejorar la capacidad espacial de los alumnos de 4º de la ESO*”.

Respecto a esta hipótesis, a continuación se muestran y analizan los resultados particulares de cada test para el conjunto de los alumnos indicando si permite validar dicha hipótesis primera. No obstante, para cada uno de los test se siguen extrayendo conclusiones para satisfacer el primer objetivo de este apartado

1) Test 1 Rotations (tipo MRT).

En la tabla siguiente figuran los resultados medios para las fases pre-test y pos-test, así como las ganancias medias:

Tabla 13: Test 1 MRT. Resultados obtenidos y ganancias.

Test	Pre-test	Post-test	Ganancia
	(s.d.)	(s.d.)	(s.d.)
Total	103,38	131,31	27,92
n=26	(41,94)	(36,54)	(33,03)
Femenino	113,43	134,00	20,57
n=15	(38,82)	(35,46)	(31,40)
Masculino	93,33	128,62	35,27
n=11	(43,93)	(39,39)	(34,00)
Grupo 4º B	119,08	139,29	20,21
n=12	(36,95)	(33,08)	(31,16)
Grupo 4º C	87,68	123,33	35,63
n=14	(42,49)	(39,14)	(34,27)

Nota: s.d.: desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia

La ganancia media ha sido de 27,92 para el total de los 26 alumnos.

A continuación se comprueba la validez de la hipótesis primera de este trabajo. Para el análisis estadístico se parte de la hipótesis nula (H₀): “*Un curso de diseño 3D mediante SketchUp NO es adecuado para mejorar la capacidad espacial de los alumnos de 4º de la ESO*”.

De acuerdo con la metodología empleada por Martín Dorta (2009) y De la Torre Cantero et al. (2012), entre otros, para el análisis estadístico se ha aplicado la prueba t-Student para series de datos emparejados con los datos pre-test y post-test, obteniéndose los p-valores que representan la probabilidad de que dicha hipótesis (H_0) sea cierta. Para nuestro caso el p-valor Test 1 MRT = 0,000111239.

Este nivel de significación está por debajo del 1%, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) en todos los casos, la hipótesis primera es cierta y se puede afirmar con un nivel de significación del 99,9% que “*Un curso de diseño 3D mediante SketchUp SI es adecuado para mejorar la capacidad espacial de los alumnos de 4º de la ESO*”. Por tanto, de acuerdo con este test 1 MRT la hipótesis primera es cierta.

De los datos reflejados en la Tabla 12 también podemos destacar lo siguiente:

- Al igual que con el grupo de los 26 alumnos, se han obtenido los *p-valores* para los subconjuntos de alumnos, alumnas, grupo de 4ºB y grupo de 4ºC, encontrándose para estos cuatro casos niveles de significación mayores que el 1%, de modo que no podemos afirmar, de acuerdo con este test, la hipótesis primera para estos cuatro subgrupos del estudio.
- También se puede observar que, si bien los resultados del test, tanto en pre-test como en post-test, son menores para alumnos que para alumnas, en cambio la ganancia es mayor en el género masculino con 35,27 frente a 20,57 de las alumnas. En efecto, las alumnas *parten de y llegan a* puntuaciones mayores, pero el progreso mayor (ganancia) se da en los alumnos. Por otro lado, la observación directa del profesor nos indica que las alumnas son más disciplinadas que los alumnos.
- De modo paralelo al anterior, los resultados del test son mayores para el grupo de 4º B, pero la mayor ganancia se da en el grupo de 4º C con 35,63 frente a 20,21 del grupo de 4º B. De nuevo, la observación directa del profesor nos indica que los alumnos del grupo 4º B son más disciplinados que los del grupo 4º C.

2) Test 2 Mental Rotation Training (tipo MRT).

Como vimos anteriormente en la tabla 10, los alumnos han realizado este test para dos niveles de dificultad diferentes: fácil e intermedio. Por otra parte, para este test se han evaluado dos variables relacionadas: el número de intentos y el tiempo empleado para resolver el test. Obviamente se asume que una ganancia negativa en este test para cualquiera de las dos variables implica una mejora en los resultados.

En las tablas siguientes figuran los resultados medios para las fases pre-test y pos-test, así como las ganancias medias. Para los análisis se prescinde del signo y se toman los valores absolutos.

Tabla 14: Test 2 MRT. Intentos, tiempos y ganancias.

Test	Test 2 MRT. Nivel fácil					
	Intentos			Tiempos (segundos)		
	Pre-test	Post-test	Ganancia	Pre-test	Post-test	Ganancia
	(s.d.)	(s.d.)	(s.d.)	(s.d.)	(s.d.)	(s.d.)
Total n=26	1,1615 (0,2031)	1,1346 (0,1111)	-0,0269 (0,1570)	3,1490 (1,1587)	2,2831 (0,6335)	-0,8660 (1,0559)
Femenino n=15	1,1367 (0,1757)	1,1200 (0,1049)	-0,0167 (0,1589)	3,6467 (1,1845)	2,4607 (0,6918)	-1,1860 (1,2106)
Masculino n=11	1,1955 (0,2403)	1,1545 (0,1214)	-0,0409 (0,1610)	2,4705 (0,7170)	2,0409 (0,4708)	-0,4295 (0,6104)
Grupo 4º B n=12	1,1500 (0,1907)	1,1333 (0,1115)	-0,0167 (0,1762)	3,8392 (1,1923)	2,4846 (0,5600)	-1,3546 (1,2937)
Grupo 4º C n=14	1,1714 (0,2199)	1,1357 (0,1151)	-0,0357 (0,1447)	2,5575 (0,7500)	2,1104 (0,6610)	-0,4471 (0,5647)
Test 2 MRT. Nivel intermedio						
Total n=26	1,4173 (0,2943)	1,3712 (0,3222)	-0,0462 (0,2901)	3,7235 (1,1283)	3,1731 (1,0809)	-0,5504 (0,8580)
Femenino n=15	1,4600 (0,3247)	1,4633 (0,3079)	0,0033 (0,3237)	4,0957 (1,1924)	3,6227 (1,2063)	-0,4730 (1,0027)
Masculino n=11	1,3591 (0,2498)	1,2455 (0,3110)	-0,1136 (0,2346)	3,2159 (0,8371)	2,5600 (0,4085)	-0,6559 (0,6417)
Grupo 4º B n=12	1,4333 (0,3420)	1,4500 (0,3612)	0,0167 (0,3840)	4,3183 (1,1438)	3,7133 (1,2323)	-0,6050 (1,0840)
Grupo 4º C n=14	1,4036 (0,2590)	1,3036 (0,2804)	-0,1000 (0,1743)	3,2136 (0,8570)	2,7100 (0,6792)	-0,5036 (0,6453)

Nota: s.d.: desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al nivel fácil, la ganancia media de los intentos ha sido de -0,0269 para el total de los 26 alumnos mientras que para el tiempo empleado en la batería de 10 situaciones-problema, la ganancia promedio ha sido de -0,8660 segundos.

Por otra parte en el nivel intermedio la ganancia media de los intentos ha sido de --0,0462 para el total de los 26 alumnos mientras que para el tiempo empleado la ganancia promedio ha sido de -0,5504 segundos.

Del análisis de los resultados cabe destacar lo siguiente:

- En cuanto a los intentos, en el nivel fácil, la ganancia, en valor absoluto, ha sido menor, aproximadamente la mitad, que la ganancia obtenida en el nivel intermedio. Tres son las posibles explicaciones a este fenómeno:
 - En el nivel fácil, en el pre-test, casi el 40% de los alumnos hizo el test sin fallos, y el resto con pocos fallos, con lo cual hay poco margen de maniobra para mejorar la ganancia en este nivel.
 - Dado que los test de los dos niveles se han hecho uno a continuación del otro, el test fácil constituiría un entrenamiento para el test intermedio permitiendo mejorar la ganancia en el test intermedio
 - Puede que en el nivel intermedio los alumnos hayan aplicado la técnica rápida de prueba y error con las seis figuras posibles en vez de pensar cuál es la pieza correcta y emparejarla con la de muestra. Como se vio en el apartado 3.2.2.2 la técnica rápida en la ejecución del emparejamiento de figuras permite obtener tiempos mejores a costa de aumentar el número de intentos.
- En cuanto a los tiempos, contrariamente a lo ocurrido con los intentos, ha habido mayor ganancia, en valor absoluto, en el nivel fácil (-0,8660) que en el nivel intermedio (-0,5504).
- De nuevo en cuanto a los tiempos, en el nivel fácil, los tiempos promedio de las alumnas son mayores que los de los alumnos y eso explicaría el hecho de que la ganancia de las alumnas (-1,1860) ha sido más del doble, en valor absoluto, que la de los alumnos (-0,4295).
- Por el contrario, en el nivel intermedio la ganancia, en valor absoluto, de los alumnos en tiempos (-0,6559) es ligeramente superior a la de las alumnas (-0,4730) y además mantienen tiempos más bajos que las alumnas.

- De nuevo considerando el parámetro tiempo, se extrae de los datos que, tanto en el nivel fácil como el intermedio, los mejores tiempos se dan en el grupo 4°C, mientras que las mayores ganancias se dan en el otro grupo 4° B, quizás por tener más margen de mejora para llegar al nivel del otro grupo.
- Considerando ahora un análisis vertical de la tabla se aprecian resultados a priori contradictorios. Mientras que las ganancias en tiempos, en valor absoluto, son mayores en el nivel fácil que en el intermedio. Sin embargo contrariamente, para el número de intentos, la ganancia, en valor absoluto, es mayor en el nivel intermedio que en el fácil.

Al aplicar a este test la metodología de la prueba t-Student, como ya hicimos en el test 1 MRT anterior, para comprobar la validez de la hipótesis primera nula se han encontrado los únicos siguientes p-valores menores que 0,001:

- p-valor Test 2 MRT. Nivel fácil. Tiempo $n=26 = 0,0001552$
- p-valor Test 2 MRT. Nivel fácil. Tiempo. Femenino, $n=15 = 0,00098655$

De modo que de entre hasta 20 posibilidades (2 niveles, 2 variables, 5 grupos) solo para el colectivo de las alumnas o el grupo completo, en el caso de nivel fácil y variable tiempo, se cumpliría la hipótesis primera de acuerdo con este test 2 MRT. En ningún caso se alcanzaría la significación suficiente para ambas variables del test a la vez, tiempo y número de intentos.

Sin necesidad de entrar en más análisis estadísticos, en cuanto a los resultados, se han constatado algunas incongruencias, especialmente en la falta de relación entre las variables *número de intentos* y *tiempos*, que alimentan la sospecha de que algunos test se han realizado con la técnica rápida de emparejamiento antes mencionada, especialmente en el nivel intermedio.

Por otra parte, como ya se mencionó en el apartado 3.2.2.2, es el propio test en sí el que presenta el inconveniente de que si se realiza rápidamente mediante prueba y error se pueden obtener mejores tiempos que cuando se hace aplicando las capacidades espaciales.

Por todo ello se concluye que ni el test ni sus resultados pueden considerarse válidos para validar ninguna hipótesis de esta investigación.

3) Test Spatial Reasoning Aptitude Test (tipo DAT-SR).

Tabla 15: Test 3 DAT-SR. Resultados obtenidos y ganancias.

Test	Pre-test	Post-test	Ganancia
	(s.d.)	(s.d.)	(s.d.)
Total n=26	4,2308 (1,9247)	5,3462 (1,3249)	1,1154 (1,4786)
Femenino n=15	3,4000 (1,8048)	5,0667 (1,5337)	1,6667 (1,1751)
Masculino n=11	5,3636 (1,5015)	5,7273 (0,9045)	0,3636 (1,5667)
Grupo 4º B n=12	2,7500 (1,2881)	4,4167 (0,9962)	1,6667 (1,3707)
Grupo 4º C n=14	5,5000 (1,4005)	6,1429 (1,0271)	0,6429 (1,4469)

Nota: s.d.: desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia

La ganancia media ha sido de 1,1154 para el total de los 26 alumnos con una desviación estándar de 1,4786.

A continuación se comprueba la validez de la hipótesis primera de este trabajo. Para el análisis estadístico se parte de la hipótesis nula (H₀): “*Un curso de diseño 3D mediante SketchUp NO es adecuado para mejorar la capacidad espacial de los alumnos de 4º de la ESO*”.

De acuerdo con la metodología seguida y explicada para el test 1 MRT, para el análisis estadístico de este tercer y último test se ha aplicado la prueba t-Student para series de datos emparejados con los datos pre-test y post-test, obteniéndose los p-valores que representan la probabilidad de que dicha hipótesis (H₀) sea cierta. Para nuestro caso el p-valor Test 3 DAT-SR= 0,000367

Este nivel de significación está por debajo del 1%, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H₀) en todos los casos, de modo que la hipótesis primera es cierta y se puede afirmar con un nivel de significación del 99,9% que “*Un curso de diseño 3D mediante SketchUp SI es adecuado para mejorar la capacidad espacial de los alumnos de 4º de la ESO*”. Por tanto, de acuerdo con este test 3 DAT-SR la hipótesis primera es cierta.

De los datos reflejados en la Tabla 15 también podemos destacar lo siguiente:

- Al igual que con el grupo de los 26 alumnos, se han obtenido los *p-valores* para los subconjuntos de alumnos, alumnas, grupo de 4ºB y grupo de 4ºC, encontrándose para algunos de estos grupos, concretamente para las alumnas y el grupo B niveles de significación también menores que el 1%, de modo que podemos afirmar, de acuerdo con este test, la hipótesis primera para estos dos subgrupos del estudio.
- En cuanto a la diferencia de los grupos de clase, los resultados del test son mayores para el grupo de 4º C, que doblan en el pre-test al grupo 4º B, pero la mayor ganancia se da en el grupo de 4º B con 1,6667 frente a 0,6429 del grupo de 4º C. De nuevo, la observación directa del profesor nos indica que los alumnos del grupo 4º B son más disciplinados que los del grupo 4º C.
- También se puede observar que, si bien los resultados del test, tanto en pre-test como en post-test, son menores para alumnas que para alumnos, en cambio la ganancia es mayor en el género femenino con 1,6667 frente a 0,3636 de los alumnos. En efecto, los alumnos *parten de y llegan a* puntuaciones mayores, pero el progreso mayor (ganancia) se da en las alumnas.

Respecto a esta última observación, resulta curioso que, para la misma muestra, en el análisis de los resultados de este Test 3 DAT-SR ocurre justo lo contrario que lo visto anteriormente en el Test 1 MRT, donde eran las alumnas las que *parten de y llegan a* puntuaciones mayores, pero el progreso mayor (ganancia) se daba en los alumnos.

Aunque parecen dos observaciones contradictorias, si se analiza la naturaleza de los dos tipos de test, MRT y DAT-SR, cabe pensar que los alumnos son mejores de manera innata en un test y las alumnas en otro test. En otras palabras, los alumnos son mejores de manera innata para reconocer piezas tridimensionales (Visión Espacial) y las alumnas lo son para realizar rotaciones y comparaciones en figuras de dos y tres dimensiones (Relaciones Espaciales).

También se observa que las mayores ganancias se observan en aquellos colectivos, alumnos o alumnas, en los que se parte de un resultado inicial pre-test más bajo.

3.3.2 Resultados y análisis de la Encuesta de Satisfacción.

Las encuestas anónimas a los alumnos son una fuente de datos muy interesante para que los docentes puedan conocer y analizar sus opiniones, preferencias y dificultades, que muchas veces permanecen en el currículo oculto. Es por ello que se ha realizado esta encuesta.

El objetivo de este apartado es el de analizar las respuestas de los alumnos a cada una de las 10 preguntas formuladas para luego poder extraer conclusiones.

Los resultados de las encuestas están representados en porcentajes, hasta completar el 100%, aunque también figura el número de alumnos que ha elegido cada una de las opciones disponibles en cada pregunta.

En la elaboración de la encuesta se ha marcado la opción de pregunta obligatoria para todas las preguntas para evitar que los alumnos pudieran dejar alguna pregunta sin responder. A continuación se muestran los resultados y análisis para cada pregunta.

Pregunta N°1: ¿Cuál es tu clase?



Figura 15. Distribución de alumnos por clases.

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

En esta primera pregunta informativa se observa que el grupo de 4°B representa el 46,15% del total y el grupo de 4°C es el 53,85%. Como se puede observar hay una tercera opción “otra”, que ha sido utilizada por este investigador para hacer pruebas previas con la encuesta.

Del estudio comparativo de esta pregunta con respecto a las demás del primer bloque cabe destacar lo siguiente:

- En 4ºB hay amplia mayoría de alumnas (83,33%) y en 4º C el porcentaje de alumnos (64,29%) aún siendo mayor que el de las alumnas, está más compensado con ellas.

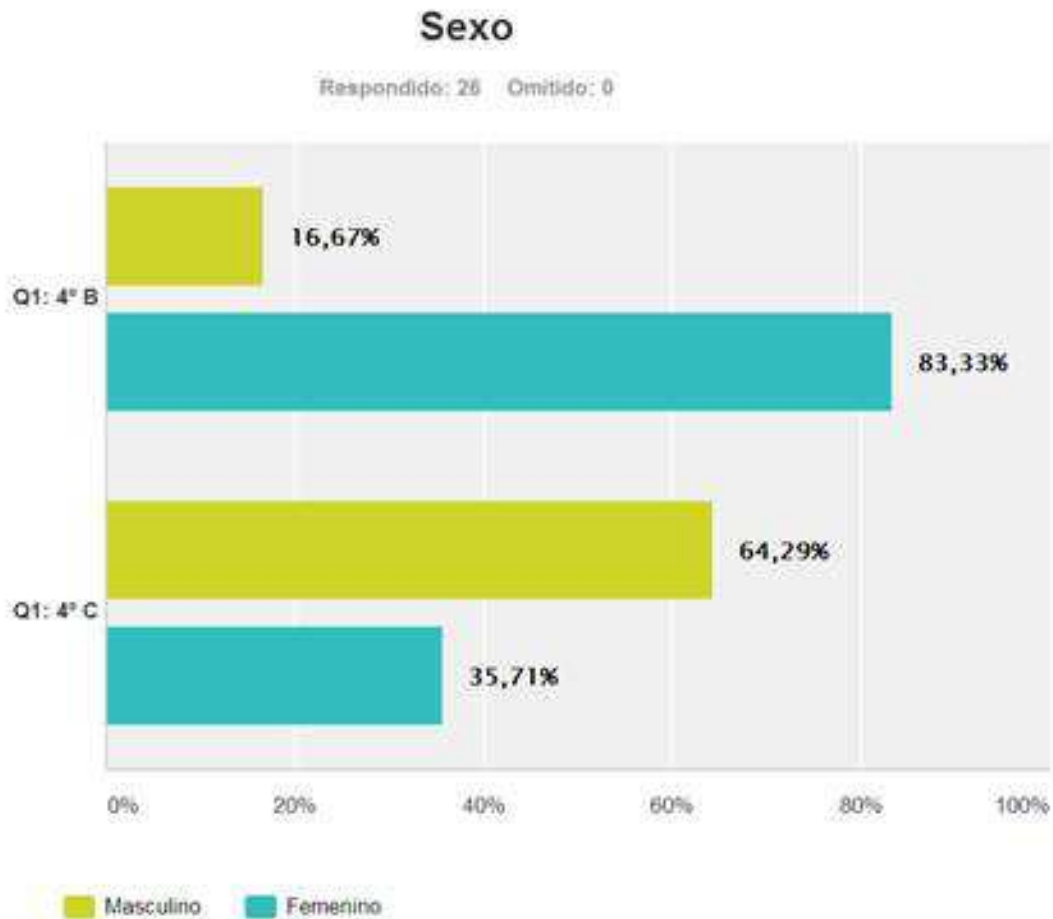


Figura 16. Distribución de alumnos por clase y por sexo.

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

- En 4ºB hay amplia mayoría de alumnos de ambos sexos (91,67%) con poco o ningún hábito a los videojuegos y en 4º C, por el contrario, hay mayoría de alumnos de ambos sexos (57,14%) con bastante o mucho hábito a los videojuegos.
- Los porcentajes de reparto de alumnos con experiencias previas con programas tipo CAD no son muy diferentes entre ambas clases.

Pregunta N°2: Sexo.

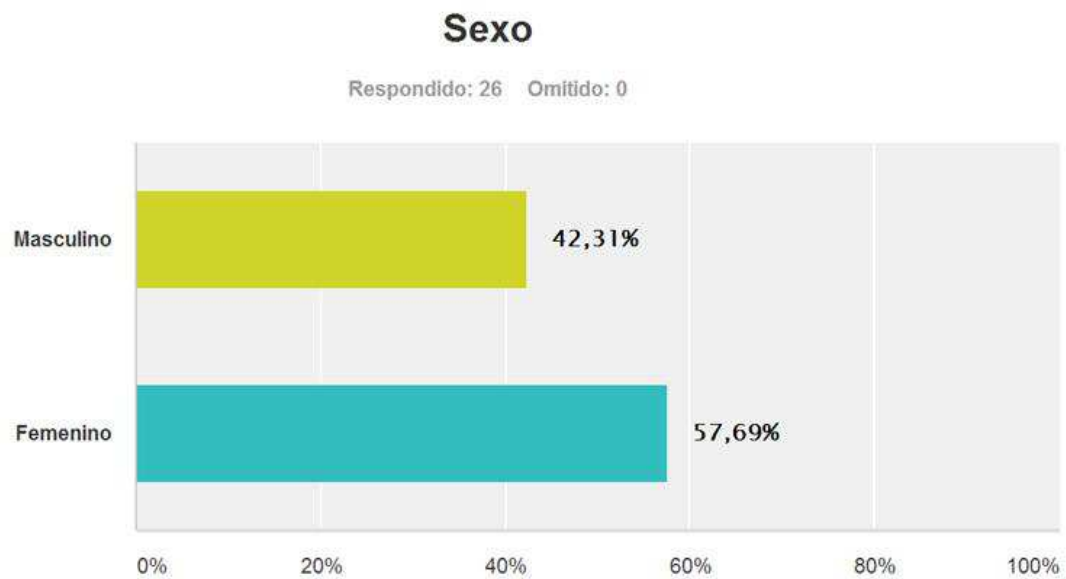


Figura 17. Distribución de alumnos por sexo.

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

En esta segunda pregunta informativa se observa que en el conjunto de los dos grupos el 57,69% son del género femenino y el 42,31% masculino.

Del estudio comparativo de esta pregunta con respecto a las demás del primer bloque cabe destacar lo siguiente:

- Entre los alumnos hay ligera mayoría (54,55%) con bastante o mucho hábito a los videojuegos y entre las alumnas, por el contrario, hay mayoría de ellas (75,00%) con poco o ningún hábito a los videojuegos.

Pregunta N°3: ¿Con que mano dibujas?

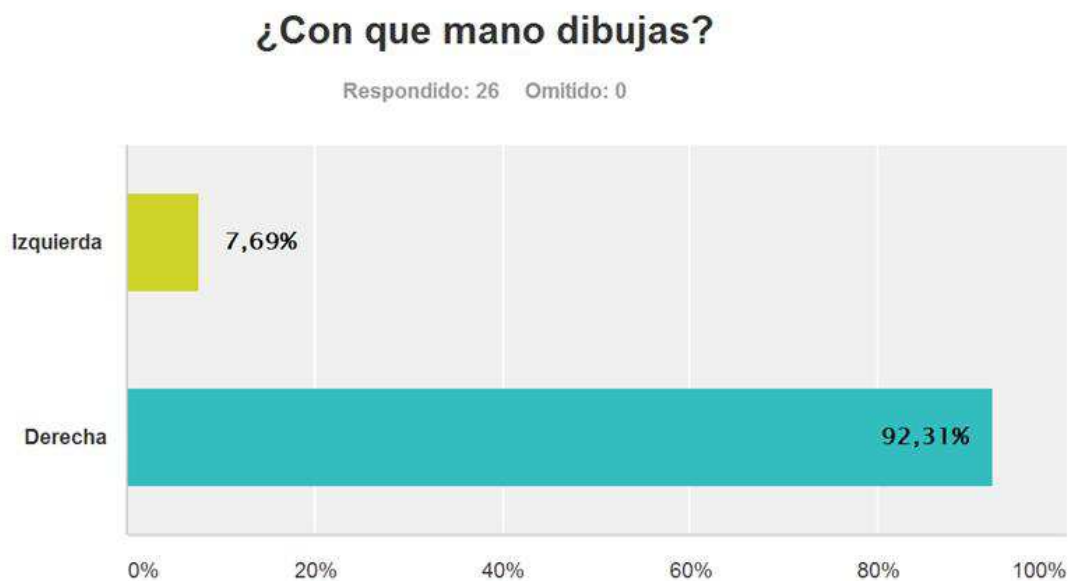


Figura 18. Distribución de alumnos por lateralidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

En esta tercera pregunta informativa se observa que en el conjunto de los dos grupos hay un 92,31% de alumnos diestros y un 7,69% de alumnos zurdos. Es necesario destacar en este apartado y en todos los que se hable de lateralidad, que las conclusiones referentes a dicha lateralidad están solo basadas en 2 alumnos zurdos.

Del estudio comparativo de esta pregunta con respecto a las demás del primer bloque cabe destacar lo siguiente:

- Los dos alumnos zurdos (100%) habían utilizado previamente un programa de diseño asistido por ordenador, frente a solo una minoría (37,50%) de los alumnos diestros.

Pregunta N°4: ¿Eres usuario habitual de videojuegos?

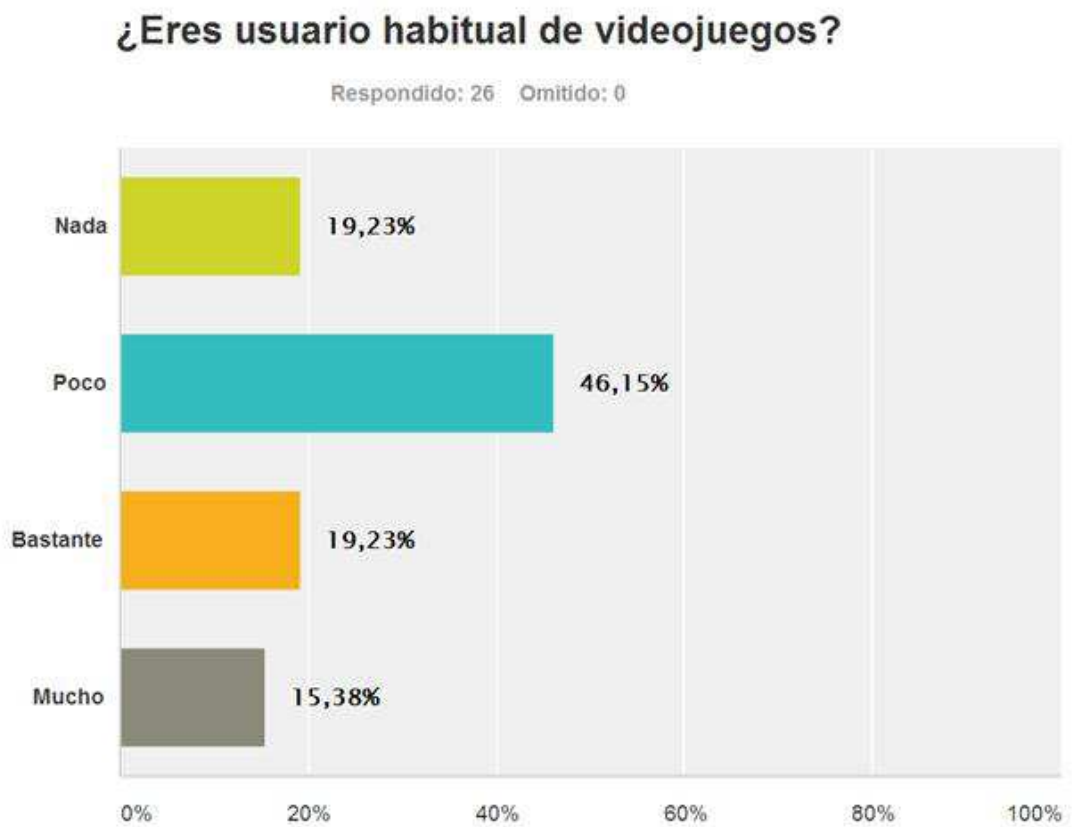


Figura 19. Distribución de alumnos por hábito a videojuegos.

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

En esta cuarta pregunta informativa se observa que en el conjunto de los dos grupos hay un 19,23% de alumnos que no juegan nada a los videojuegos, un 46,15% que juegan poco, un 19,23% que juegan bastante y un 15,38% que juegan mucho.

Del estudio comparativo de esta pregunta con respecto a las demás del primer bloque no cabe destacar nada.

Pregunta N°5: Antes de estas clases con SketchUp, ¿habías utilizado algún programa de diseño por ordenador?

**Antes de estas clases con SketchUp,
¿habías utilizado algún programa de diseño
por ordenador?**

Respondido: 26 Omitido: 0

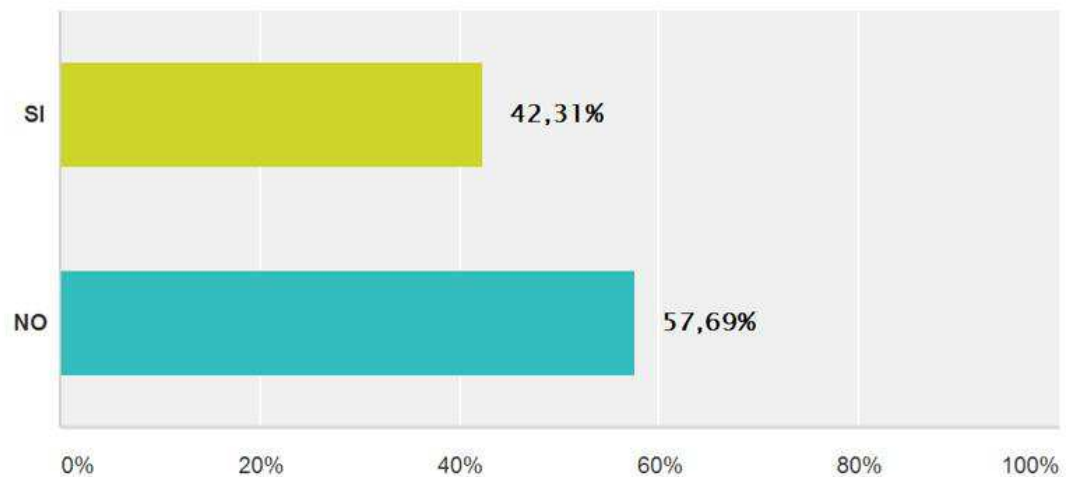


Figura 20. Distribución de alumnos por uso previo de CAD.

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

En esta quinta y última pregunta informativa se observa que en el conjunto de los dos grupos hay un 57,69% de alumnos sin experiencia previa con programas de diseño por ordenador y un 42,31% de alumnos con experiencia previa.

Del estudio comparativo de esta pregunta con respecto a las demás del primer bloque cabe destacar nada.

Pregunta N°6: ¿Crees que estas clases de SketchUp son útiles para el aprendizaje de la asignatura Tecnología de 4º ESO?

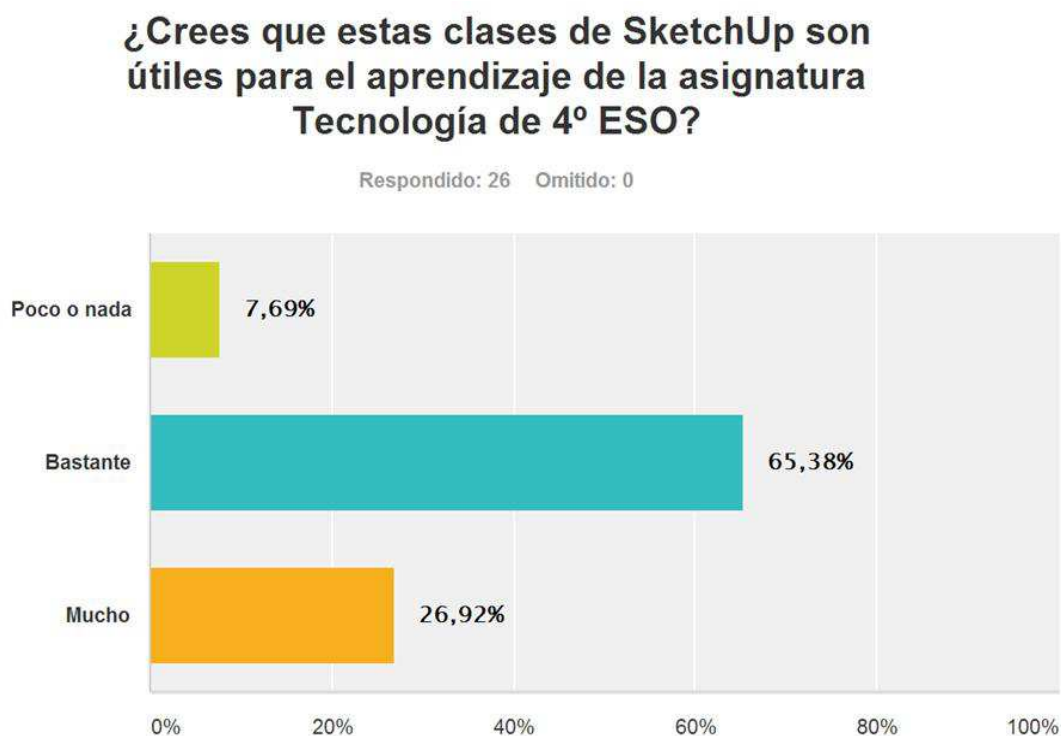


Figura 21. Opinión de alumnos sobre la Utilidad de SketchUp para aprendizaje de la asignatura de Tecnología de 4º ESO.

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

En esta sexta pregunta se observa que en el conjunto de los dos grupos hay un 7,69% de alumnos que están poco o nada de acuerdo con la pregunta formulada, un 65,38% de alumnos que opinan estar bastante de acuerdo y 26,92% de alumnos que opinan estar muy de acuerdo con la pregunta.

En el apartado 2.1 figuran las hipótesis iniciales de este trabajo, entre ellas, la segunda *“Un taller de diseño 3D mediante SketchUp es útil para el aprendizaje de la asignatura de Tecnología de 4º de la ESO”*.

A la vista de los resultados de esta pregunta de la encuesta podemos concluir que la mayoría de los alumnos (92,30%) está bastante o muy de acuerdo con el cumplimiento de la hipótesis anterior.

Del estudio comparativo de esta pregunta con respecto a los factores de influencia mostrados en las primeras preguntas cabe destacar lo siguiente:

- El grupo de clase no tiene influencia sobre el resultado de esta pregunta.
- El género de los alumnos no tiene influencia sobre el resultado de esta pregunta.
- La lateralidad si tiene cierta influencia sobre el resultado de esta pregunta. Mientras todos (100%) los alumnos zurdos están muy de acuerdo con esta pregunta, solo una minoría de los diestros (20,83%) están muy de acuerdo, aunque si les sumamos los alumnos diestros que están bastante de acuerdo con la pregunta (70,83%), se obtiene una gran mayoría (91,67%).
- El hábito a los videojuegos no tiene gran influencia sobre el resultado de esta pregunta.
- El uso previo de programas de diseño por ordenador CAD influye ligeramente sobre el resultado de esta pregunta. Mientras todos (100%) los alumnos que no han usado CAD antes, manifiestan estar bastante o muy de acuerdo con la utilidad de las clases de SketchUp para el aprendizaje de la asignatura Tecnología, un porcentaje amplio pero menor (81,81%) de los alumnos que si han usado CAD, también están bastante o muy de acuerdo con el enunciado de esta pregunta.

Pregunta N°7: Me he sentido capaz de realizar los ejercicios planteados

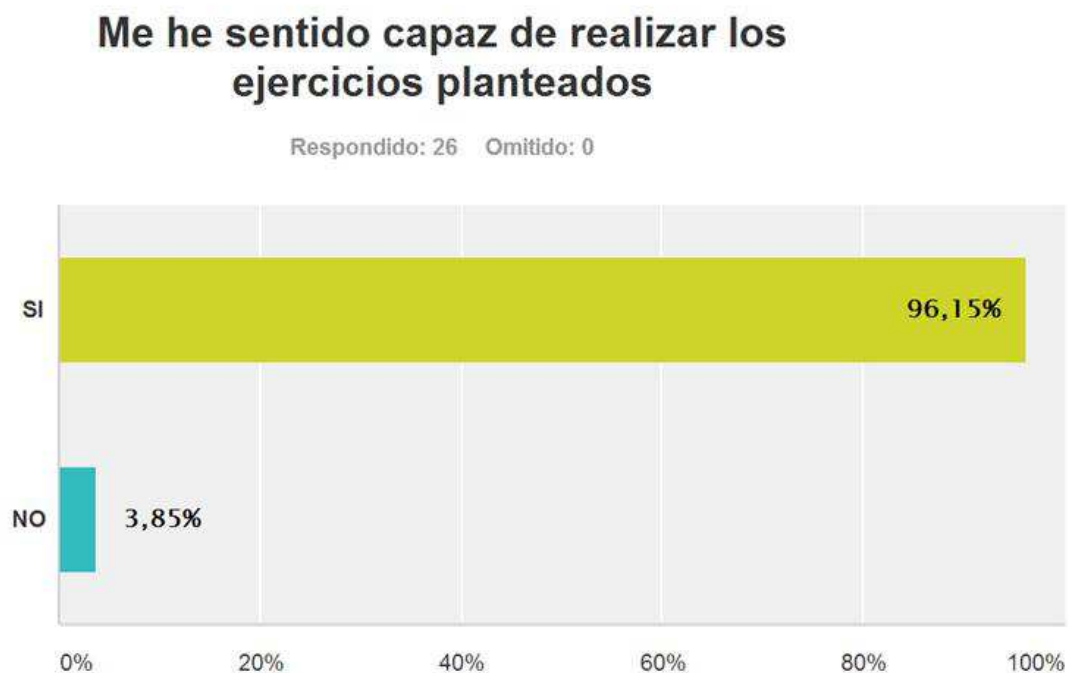


Figura 22. Distribución de alumnos por capacidad de realización de ejercicios.

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

Del resultado de esta pregunta se deduce que hay un 3,85% de los alumnos, es decir 1 alumno/a que no se ha sentido capaz de realizar los ejercicios. Del análisis de la encuesta particular donde se encuentra dicha respuesta se extrae que se trata de una alumna del grupo 4°C.

Con este resultado se pone de manifiesto la importancia de este tipo de encuestas anónimas para detectar posibles dificultades de los alumnos, que de otro modo, podrían no haberse atrevido a manifestar.

Pregunta N°8: Lo que he aprendido con SketchUp me permite entender mejor las vistas normalizadas en el papel (alzado, planta, perfil)

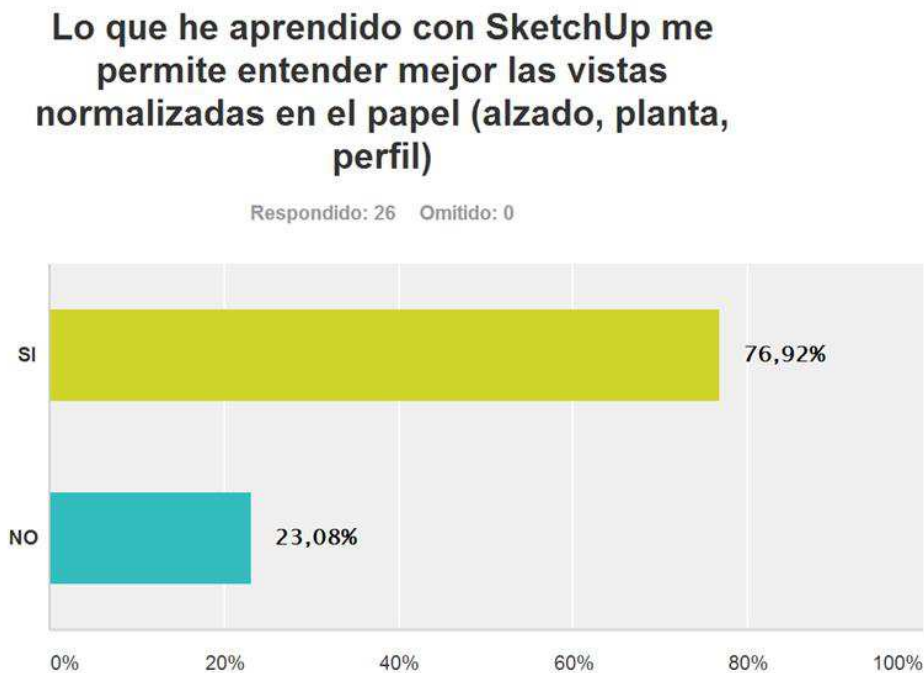


Figura 23. Opinión de alumnos sobre mejora en el entendimiento de vistas normalizadas tras el uso de SketchUp.

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

A la vista de los resultados de esta pregunta de la encuesta podemos concluir que la mayoría de los alumnos (76,92%) está de acuerdo con la afirmación de que el uso de SketchUp ha mejorado la comprensión de las vistas normalizadas (alzado, planta y perfil) en el plano 2D, bien sea porque el entorno 3D mejora la comprensión del entorno 2D o porque el software SketchUp dispone de comandos para poder ver las distintas vistas (alzado, planta, perfil, etc.,) de la figura en 3D de la pantalla.

Del estudio comparativo de esta pregunta con respecto a los factores de influencia mostrados en las primeras preguntas cabe destacar lo siguiente:

- En el grupo de clase 4ºB son mayoría (66,67%) los que opinan SI a esta pregunta 8, mientras que en el otro grupo son una amplia mayoría (85,71%) los que opinan SI a esta pregunta.
- Tal y como se ve en el gráfico siguiente, el género de los alumnos si tiene influencia sobre el resultado de esta pregunta. Todos los alumnos (100%) responden SI a esta pregunta, mientras que el porcentaje de alumnas que responde SI a esta pregunta es menor, aunque mayoritaria (60%).

Lo que he aprendido con SketchUp me permite entender mejor las vistas normalizadas en el papel (alzado, planta, perfil)

Respondido: 26 Omitido: 0

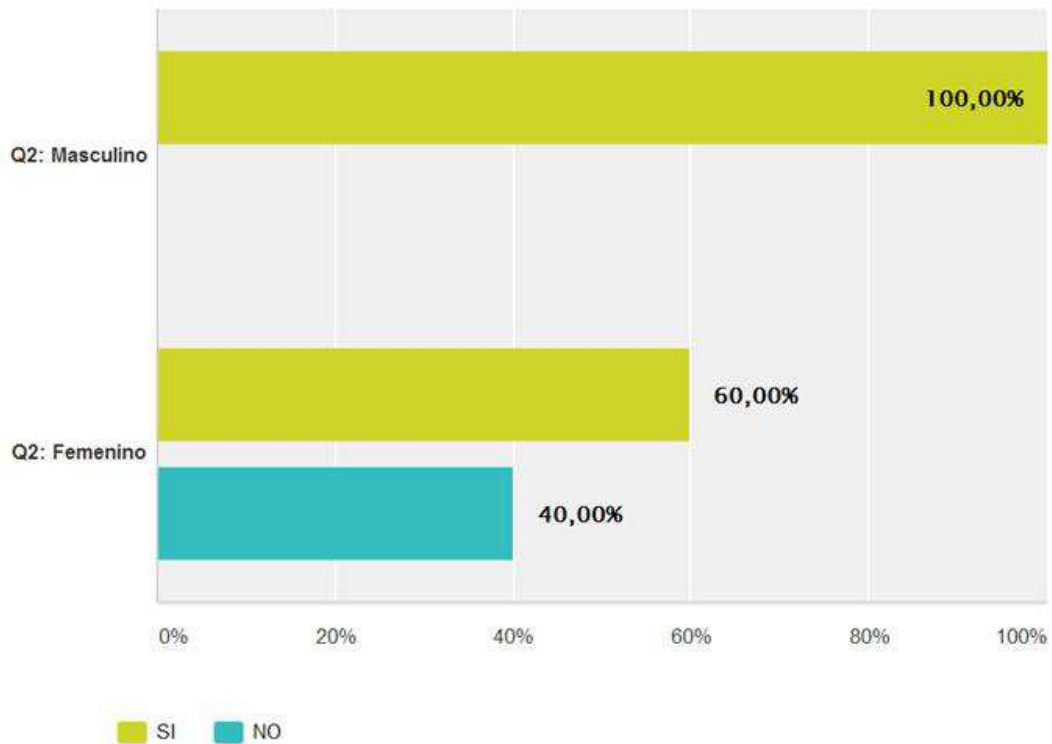


Figura 24. Influencia del género de los alumnos (pregunta 2) sobre la opinión de los alumnos acerca de la mejora en la comprensión e las vistas normalizadas tras el uso de SketchUp (pregunta 8).

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

- La lateralidad si tiene influencia sobre el resultado de esta pregunta. Mientras todos (100%) los alumnos zurdos responden SI a esta pregunta, no todos los alumnos diestros (75%) también responden SI a la pregunta.
- El hábito a los videojuegos no tiene gran influencia sobre el resultado de esta pregunta.
- El uso previo de programas de diseño por ordenador CAD no influye sobre el resultado de esta pregunta.

Pregunta N°9: El programa SketchUp ha mejorado mi Visión Espacial

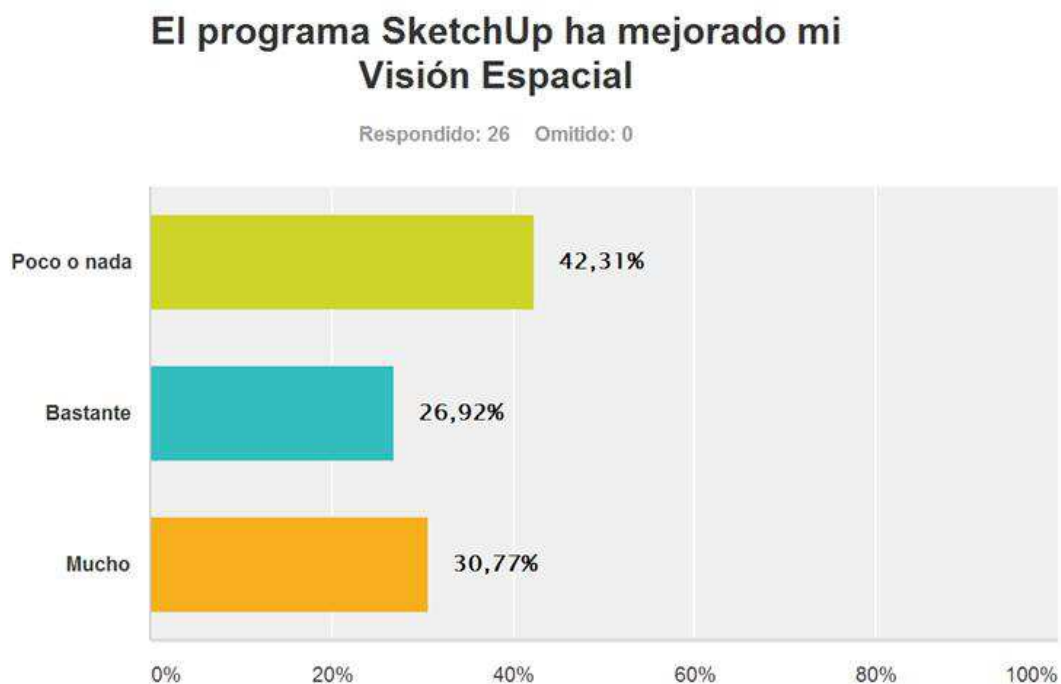


Figura 25. Opinión de alumnos sobre mejora en la visión espacial tras el uso de SketchUp.

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

En esta novena pregunta se observa que en el conjunto de los dos grupos hay un 42,31% de alumnos que están poco o nada de acuerdo con la pregunta formulada, un 26,92% de alumnos que opinan estar bastante de acuerdo y un 30,77% de alumnos que opinan estar muy de acuerdo con la pregunta.

En el apartado 2.1 figuran las hipótesis iniciales de este trabajo, entre ellas, la primera *“Un curso de diseño 3D mediante SketchUp es adecuado para mejorar la capacidad espacial de los alumnos de 4º de la ESO”*. Respecto a esta hipótesis, se asume que lo que en lenguaje coloquial los alumnos entienden por *“Visión Espacial”* equivale a lo que este investigador ha denominado a lo largo de este estudio *“Capacidad Espacial”*.

A la vista de los resultados de esta pregunta de la encuesta podemos concluir que sólo un poco más de la mitad de los alumnos (57,69%) está bastante o muy de acuerdo con el cumplimiento de la hipótesis anterior.

Este dato de una mínima mayoría confirmando la hipótesis contrasta con la rotundidad de las conclusiones obtenidas del estudio mediante los test, en los que ésta hipótesis primera ha sido validada de acuerdo con los resultados del test 1 MRT y el test 3 DAT-SR. En este caso, la percepción que tienen los alumnos sobre su mejora en la visión o capacidad espacial es menor que la que se manifiesta en los susodichos test.

Del estudio comparativo de esta pregunta 9 con respecto a los factores de influencia mostrados en las primeras preguntas cabe destacar lo siguiente:

- El grupo de clase no tiene influencia sobre el resultado de esta pregunta. Esta aseveración contrasta con las conclusiones obtenidas del estudio mediante los test, en el apartado 3.3.1, acerca de la influencia del grupo de clase sobre los resultados donde se ha observado que:
 - Cada uno de los dos grupos 4º B y 4º C, obtiene mejores y peores ganancias en test diferentes.
 - Para el grupo de 4º B pero no para el de 4º C, se cumple la hipótesis de mejora de capacidad espacial según la prueba t-Student en el test 3 DAT-SR, nivel fácil.

Por tanto la opinión de los alumnos difiere de la hipótesis contrastada de mejora de la visión espacial, al menos en la clase de 4ºB.

- El género de los alumnos tiene influencia sobre el resultado de esta pregunta. Un poco menos de la mitad de los alumnos (45,45%) están bastante o muy de acuerdo con el enunciado de la pregunta, mientras que son mayoría las alumnas (66,67%) que están bastante o muy de acuerdo con el enunciado de esta pregunta. Esta aseveración apoya las conclusiones obtenidas del estudio mediante los test, en el apartado 3.3.1, acerca de la influencia del género sobre los resultados donde se ha observado que:
 - Las alumnas han obtenido mejores ganancias en los test donde peores ganancias han obtenido los alumnos, y viceversa.
 - Para el género femenino pero no para el masculino, se cumple la hipótesis de mejora de capacidad espacial según la prueba t-Student en el test 3 DAT-SR, nivel fácil.
- La lateralidad apenas tiene influencia sobre el resultado de esta pregunta.

- El hábito a los videojuegos si tiene una influencia sobre el resultado de esta pregunta.
 - Por una parte, la mayoría de los que no juegan nada (60%) manifiestan haber mejorado poco a nada su visión espacial.
 - En el otro extremo, la mitad de los que juegan mucho (50%) manifiestan haber mejorado poco a nada su visión espacial.

A la vista de estos resultados se puede establecer que los alumnos que opinan que menos han mejorado en su visión espacial son tanto aquellos que no son habituales de los videojuegos como aquellos que juegan mucho.

- El uso previo de programas de diseño por ordenador CAD influye ligeramente sobre el resultado de esta pregunta. Mientras más de la mitad (54,55%) de los alumnos que ya han usado CAD antes manifiestan haber mejorado poco o nada su visión espacial, una mayoría (66,67%) de los que no habían usado antes un programa CAD manifiestan haber mejorado bastante o mucho su visión espacial.

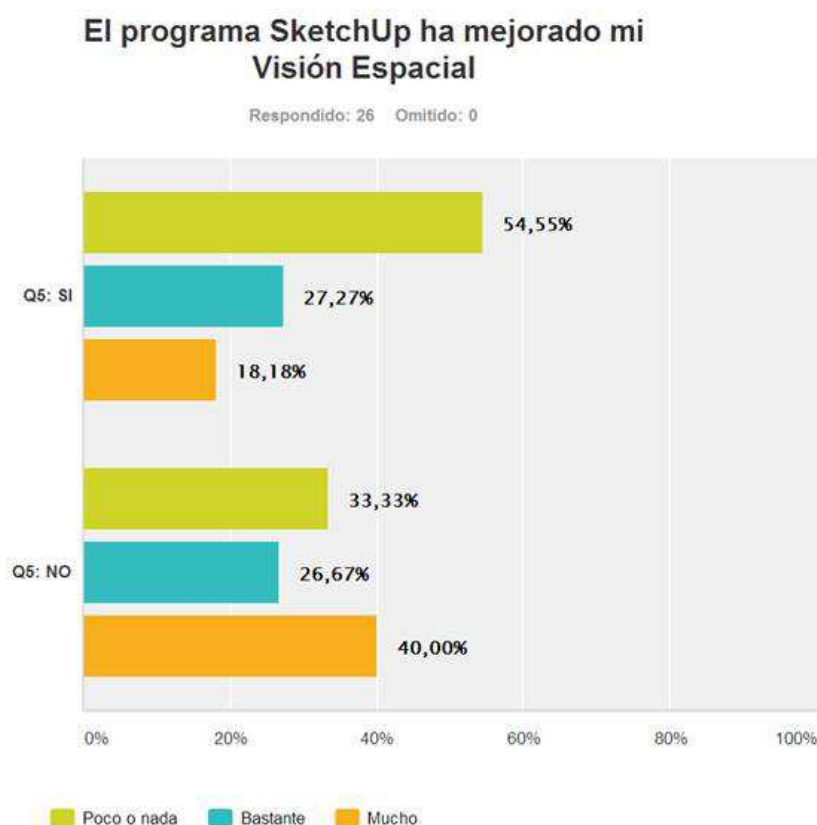


Figura 26. Influencia del uso previo de CAD (pregunta 5) sobre la opinión de los alumnos sobre la mejora en su visión espacial tras el uso de SketchUp (pregunta 9).

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

Pregunta N°10: ¿Crees que después del aprendizaje de SketchUp con el ordenador, ha mejorado tu motivación para aprender más temas de Tecnología mediante el ordenador?

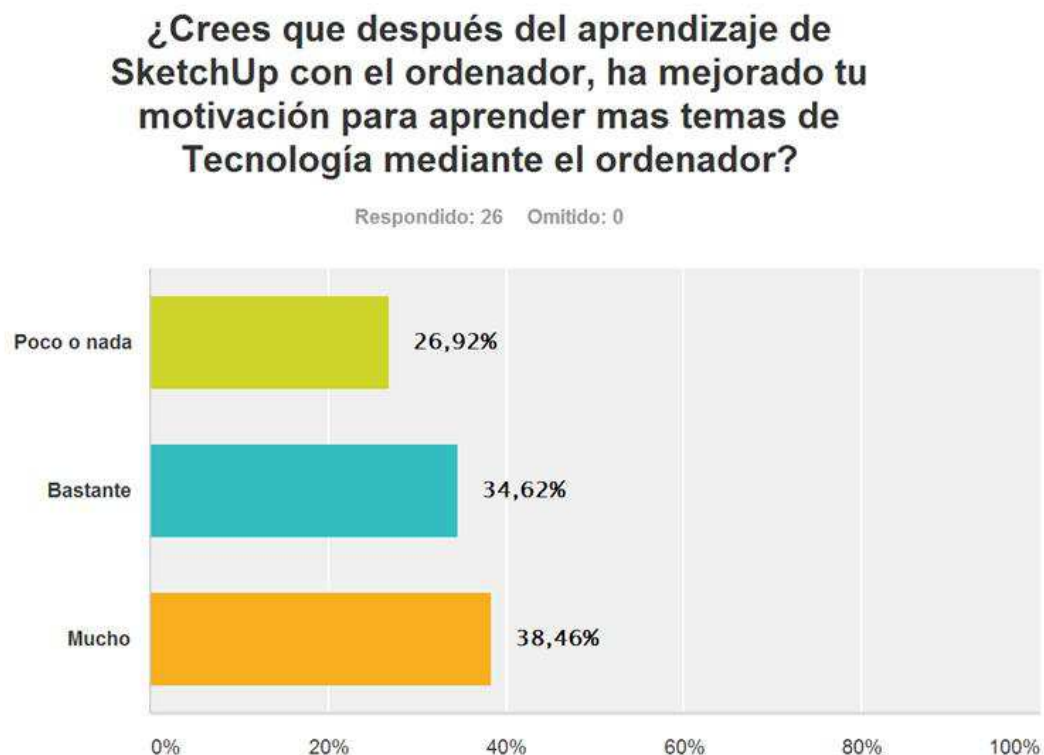


Figura 27. Opinión de alumnos sobre la Motivación para aprender Tecnología mediante TIC tras el uso de SketchUp.

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

En esta décima pregunta se observa que en el conjunto de los dos grupos hay un 26,92% de alumnos que están poco o nada de acuerdo con la pregunta formulada, un 34,62% de alumnos que opinan estar bastante de acuerdo y un 38,46% de alumnos que opinan estar muy de acuerdo con la pregunta.

En el apartado 2.1 figuran las hipótesis iniciales de este trabajo, entre ellas, la tercera: “*El uso de SketchUp como herramienta didáctica mejora la motivación del alumno de 4º de la ESO para el estudio de Tecnología mediante TIC*”.

A la vista de los resultados de esta pregunta de la encuesta podemos concluir que la mayoría de los alumnos (73,08%) está bastante o muy de acuerdo con el cumplimiento de la hipótesis anterior.

Del estudio comparativo de esta pregunta con respecto a los factores de influencia mostrados en las primeras preguntas cabe destacar lo siguiente:

- En el grupo de clase 4ºB son algo más de la mitad (58,33%) los que están bastante o muy de acuerdo con esta pregunta 10, mientras que en el otro grupo 4º C son mayoría (85,72%).
- El género de los alumnos si tiene influencia sobre el resultado de esta pregunta. Una amplia mayoría de los alumnos (81,81%) responden SI a esta pregunta, mientras que el porcentaje de alumnas que responde SI a esta pregunta es menor aunque mayoritaria (66,67%).
- La lateralidad si tiene cierta influencia sobre el resultado de esta pregunta. Mientras todos (100%) los alumnos zurdos están muy de acuerdo con esta pregunta, solo una parte de los diestros (33,33%) están muy de acuerdo, aunque si les sumamos los alumnos diestros que están bastante de acuerdo con la pregunta (37,50%), se obtiene una moderada mayoría (70,83%).
- El uso previo de programas de diseño por ordenador CAD no influye sobre el resultado de esta pregunta.
- El hábito a los videojuegos si tiene una influencia sobre el resultado de esta pregunta.
 - Por una parte, la mayoría de los que no juegan nada (60%) muestran poca o ninguna motivación por aprender más contenidos de Tecnología mediante TIC.
 - En el otro extremo, la mitad de los que juegan mucho (50%) manifiestan poca o ninguna motivación de acuerdo con el enunciado de esta pregunta.

A la vista de estos resultados se puede establecer que los alumnos con menor motivación por aprender más materia de Tecnología mediante TIC son, de nuevo, tanto aquellos que no son habituales de los videojuegos como aquellos que juegan mucho.

¿Crees que después del aprendizaje de SketchUp con el ordenador, ha mejorado tu motivación para aprender mas temas de Tecnología mediante el ordenador?

Respondido: 26 Omitido: 0

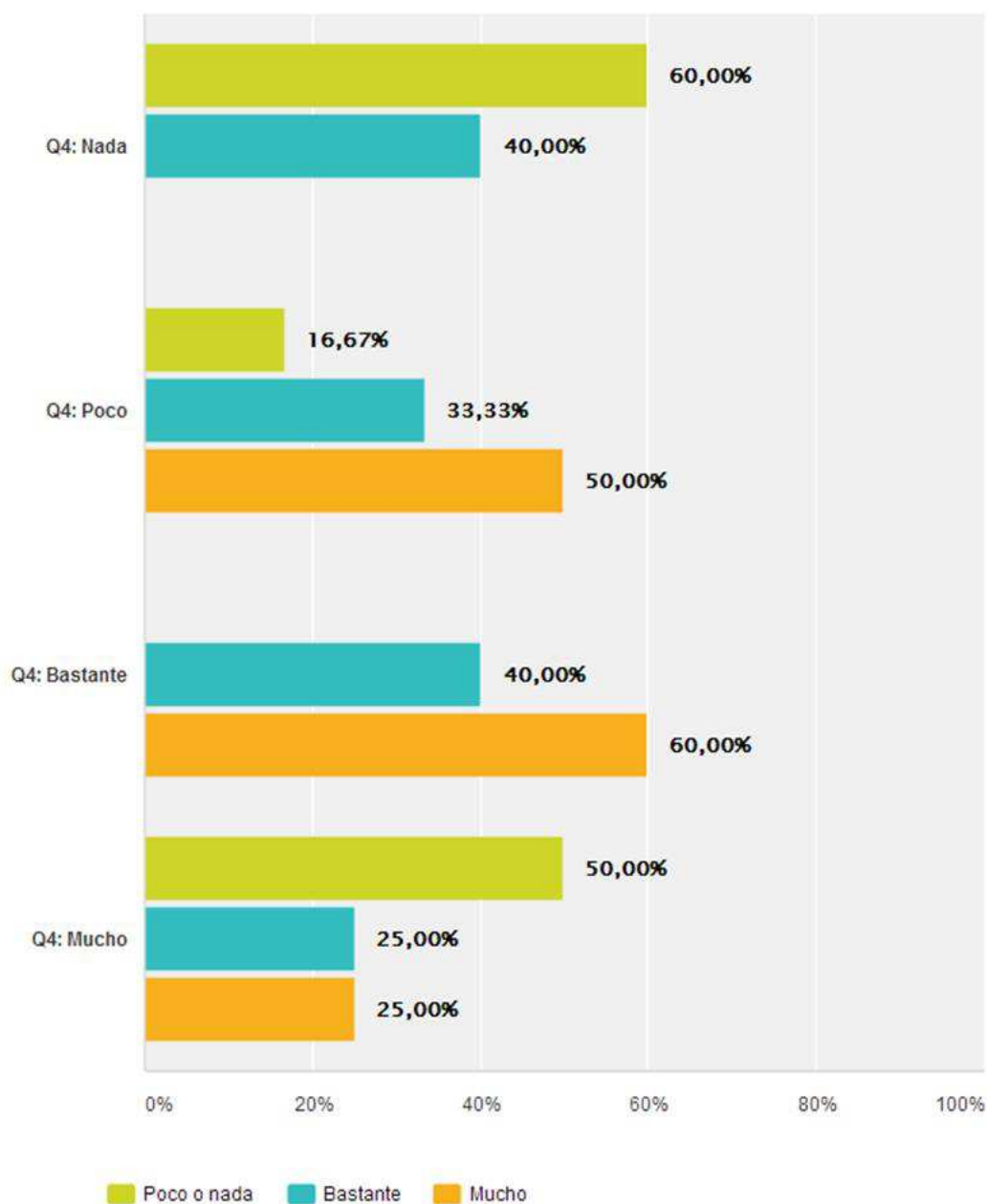


Figura 28. Influencia del hábito con videojuegos (pregunta 4) sobre la opinión de los alumnos sobre su motivación para aprender más temas de Tecnología mediante TIC (pregunta 10).

Fuente: Elaboración propia a partir de SurveyMonkey.

4. PROPUESTA PRACTICA. USO DEL SOFTWARE SKETCHUP 2013 EN EL AULA DE TECNOLOGÍA DE 4º DE LA ESO.

4.1 INTRODUCCIÓN. JUSTIFICACIÓN

A continuación se esboza una propuesta didáctica: “Uso del programa SketchUp para la representación de piezas en 3D”, enmarcada en la unidad didáctica “Expresión gráfica, sistemas de representación” a la que complementa en sus aspectos prácticos.

La propuesta práctica se justifica en un triple ámbito: teórico, legislativo y en el aula:

- En el ámbito teórico, la propuesta comprende contenidos de representaciones gráficas y sus coordenadas axiales, medición, escalas, normalización y acotación en el entorno del propio programa SketchUp.
- En el ámbito legislativo, la propuesta práctica corresponde al Bloque 2. Técnicas de expresión y comunicación. Diseño asistido por ordenador: dibujo en dos dimensiones. Realización de dibujos sencillos, de acuerdo con el Decreto 23/2007 de la Comunidad de Madrid.
- En cuanto al ámbito del aula, en la propuesta se tratan contenidos acerca de perspectivas, de modo que enlaza esos mismos contenidos vistos bajo la óptica de la materia de Dibujo Técnico. Del mismo modo el tratamiento que en SketchUp se hace de las escalas numéricas, sirve para afianzar dichos conocimientos ya dados en la materia de Geografía.

4.2 DESTINATARIOS

La propuesta va dirigida al nivel de 4º de Educación Secundaria Obligatoria. Estos alumnos deberán tener conocimientos básicos de geometría, de perspectivas y del sistema diédrico y sus vistas normalizadas (alzado, planta, perfil).

4.3 CONTENIDOS

Los contenidos involucrados en esta propuesta práctica son los siguientes:

- Hardware y software necesario para el uso de SketchUp.
- Software SketchUp, su entorno de trabajo y sus herramientas básicas.
- Distintos tipos de perspectivas
- Gusto por el orden en la elaboración y presentación de diseños 3D.
- Reconocimiento de la importancia del diseño para la construcción de objetos y sistemas tecnológicos.

4.4 OBJETIVOS

Los objetivos se han extraído de los libros del profesor de la signatura (Rodríguez López, 2003) y (Gonzalo, R. et al. 2012 b). Los objetivos didácticos se refieren al alumno activo y se enuncian “Que el alumno sea capaz de...”

- Valorar la importancia del dibujo técnico como medio de expresión y comunicación en el área de Tecnologías, en el marco del proyecto tecnológico.
- Expresar ideas técnicas a través de gráficos y dibujos, utilizando códigos que aclaren y estructuren la información que se pretende transmitir.
- Manejar con soltura y conocer las posibilidades del programa SketchUp.
- Interpretar correctamente objetos tecnológicos representados en distintos sistemas y perspectivas.
- Conocer el modo normalizado de utilización de líneas y cotas para aplicarlo al diseño y comunicación de ideas en la resolución de problemas técnicos.

4.5 COMPETENCIAS BÁSICAS

De entre las ocho competencias básicas esta propuesta posibilita la adquisición de las que figuran en la siguiente tabla.

Tabla 16: Competencias Básicas desarrolladas en la propuesta práctica.

C2: Competencia matemática.
Emplear las herramientas matemáticas adecuadas para cuantificar y analizar fenómenos, especialmente la medición, el uso de escalas, la interpretación de gráficos, los cálculos básicos de magnitudes.
C3: Conocimiento e interacción con el mundo físico.
Conocer y comprender objetos, procesos, sistemas y entornos tecnológicos.
Desarrollar destrezas y habilidades para manipular objetos con precisión y seguridad, tales como el ordenador y periféricos necesarios en el uso de SketchUp.
C4: Competencia de tratamiento de la información y competencia digital.
Manejar la información en sus distintos formatos: verbal, numérico, simbólico o gráfico.
Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación con seguridad y confianza para obtener y reportar datos y para simular situaciones y procesos tecnológicos.
Localizar, procesar, elaborar, almacenar y presentar información de forma gráfica con el uso del programa SketchUp.
C7: Competencia para aprender a aprender.
Desarrollar estrategias de resolución de problemas geométricos mediante la obtención, el análisis y la selección de información útil para realizar un diseño con SketchUp.
C8: Autonomía e iniciativa personal.
Utilizar la creatividad, de forma autónoma, para idear soluciones a problemas tecnológicos, valorando alternativas y consecuencias.
Desarrollar la iniciativa, el espíritu de superación, el análisis crítico y autocrítico y la perseverancia ante las dificultades que surgen en el manejo de un software.
Hacer uso autónomo de las ayudas y la documentación técnica de SketchUp.

Fuente: Elaboración propia y a partir de (Rodríguez López, 2003)

4.6 RECURSOS

En cuanto a los recursos necesarios para la impartición propuesta didáctica se distinguen 4 categorías:

- Humanos: Profesor de la asignatura.
- Materiales: Libro de texto.
- Recursos TIC: La pizarra digital interactiva (PDi), conexión a internet, ordenadores de sobremesa de los alumnos, blog de la asignatura y software de diseño 3D Google Sketchup.
- Espaciales: Aula de informática.

4.7 METODOLOGÍA

Las sesiones se desarrollan en el aula de informática con un ordenador por cada alumno, sin agrupamientos. Se utiliza el programa SketchUp 2013 para el diseño de piezas en 3D, bien sea a partir de la perspectiva de las piezas o a través de sus vistas normalizadas (planta, alzado y perfil).

Para la obtención de piezas de muestra se ha seleccionado una de las páginas web más completas e interesantes de las encontradas en la fase de estudio de este trabajo sobre la aplicación del software SketchUp. Concretamente, se trata de la web de Anfore 3D (Anfore 3D, 2012), gestionada por los investigadores del grupo Dehaes (de habilidades espaciales) de la Universidad de La Laguna. La página web es utilizada por ellos como herramienta de entrenamiento para sus investigaciones en la mejora de la capacidad espacial de distintos estudiantes.

En dicha web se proporcionan plantillas de SketchUp en blanco con la muestra para dibujar la pieza.

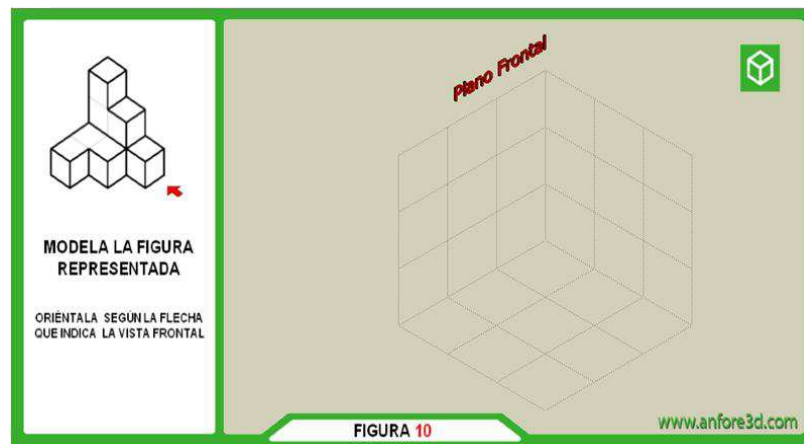


Figura 29. Plantilla de Anfore 3D a realizar con SketchUp. Fase de Iniciación.

Fuente: Anfore3d.com

La estructura del taller propuesto en anfore3d.com se muestra en la siguiente figura.

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

Figura 30. Estructura de taller de SketchUp propuesto por anfore3d.com

Fuente: Anfore3d.com

Se trata de un taller dividido en dos fases con tres niveles cada una de dificultad creciente. En la primera fase o de iniciación las figuras de partida son perspectivas mientras que en la segunda fase o de perfeccionamiento las figuras de partida son las vistas normalizadas.

Para cada una de las 24 figuras de cada nivel, la web de anfore3d.com proporciona una plantilla de SketchUp en blanco y con la pieza de muestra a la izquierda como la de la figura 28. Sobre esta plantilla con los ejes isométricos y la retícula dados, se traza la pieza mediante el programa SketchUp. Además también se pueden proporcionar estas piezas en formato PDF y la página web pone a disposición de los docentes las soluciones a los ejercicios.

4.8 ACTIVIDADES Y TEMPORALIZACIÓN

Para el desarrollo de la propuesta didáctica “*Uso del programa SketchUp para la representación de piezas en 3D*”, se realiza la programación en 8 sesiones de 50 minutos cada una, con la siguiente temporalización y actividades:

Sesión 1

- El profesor explica mediante la PDi el manejo del programa SketchUp, su interfaz y sus herramientas y conceptos básicos. Asimismo el profesor explica las opciones y niveles de la página web de anfore3d.com a la vez que dibuja mediante SketchUp la pieza 2 A (Práctica 1.2 NIVEL A).
- Los alumnos abren la página anteriormente citada: [//www.anfore3d.com](http://www.anfore3d.com) desde el enlace en el blog de la asignatura.
- Los alumnos entran en Ejercicios de Iniciación (Práctica 1.2 NIVEL A). Los alumnos dibujan piezas en 3D teniendo como modelo esas mismas piezas. Se parte del nivel más básico (NIVEL A) ofrecido por la web.
- Los alumnos realizan las figuras: 2A y 10A.

Sesión 2

- Se continua en la Práctica 1.2 NIVEL A de la página: [//www.anfore3d.com](http://www.anfore3d.com)
- Entrar en Ejercicios de Iniciación (Práctica 1.2 NIVEL A). Dibujar piezas en 3D teniendo como modelo esas mismas piezas. Es el nivel más básico (NIVEL A) pero se seleccionan piezas más complejas dentro de este nivel.
- Los alumnos realizarán las figuras: 13A y 22A.

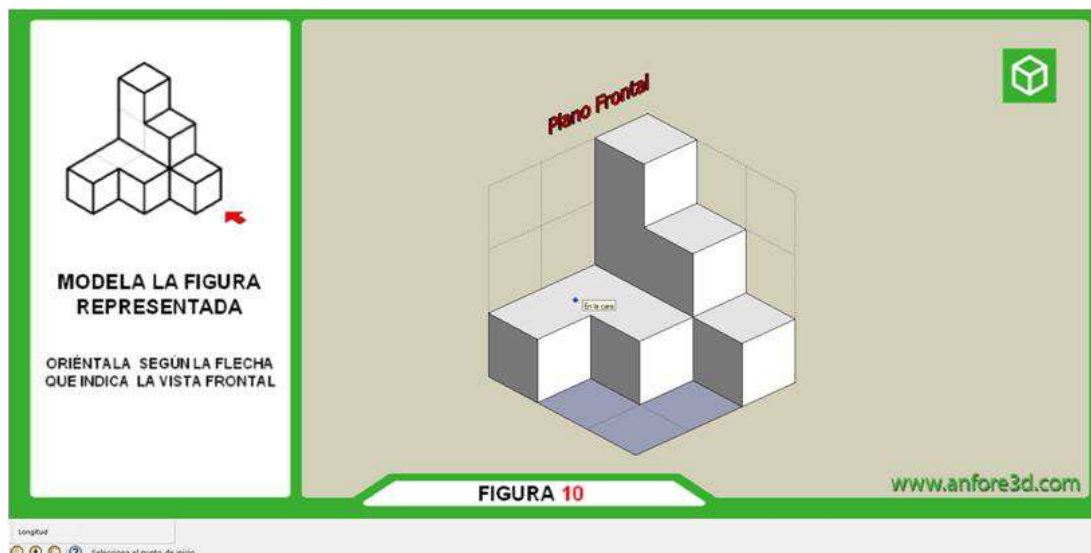


Figura 31. Pieza de Anfore 3D terminada con SketchUp. Fase de Iniciación

Fuente: Anfore3d.com

Sesión 3

- Abrir la página: [//www.anfore3d.com](http://www.anfore3d.com)
- Entrar en Ejercicios de Iniciación (Práctica 1.2 NIVEL B). Los alumnos dibujan piezas con planos inclinados en 3D teniendo como modelo esas mismas piezas. El nivel B es el nivel intermedio de esa fase de iniciación.
- Los alumnos realizan las figuras: 4B y 9B.
- Los alumnos que hayan tenido mayores dificultades en el nivel A, realizarán las figuras: 1B y 3B. A criterio del profesor podrán permanecer en el nivel A para adquirir las destrezas necesarias antes de pasar al nivel B. En este caso, los alumnos realizarán las figuras: 3A y 19A.
- Los alumnos que hayan mostrado mayores habilidades en la realización del nivel A, realizarán las figuras: 7B y 10B. (Siempre a criterio del profesor).

Sesión 4

- Se continua en la página: [//www.anfore3d.com](http://www.anfore3d.com)
- Entrar en Ejercicios de Iniciación (Práctica 1.2 NIVEL B). Los alumnos dibujan piezas con planos inclinados en 3D teniendo como modelo esas mismas piezas. El NIVEL B se corresponde con el nivel intermedio, pero seleccionando figuras más complejas dentro de este nivel.
- Los alumnos realizan las figuras: 11B y 14B.

- Los alumnos que hayan realizado correctamente las figuras 7B y 10B, en la sesión anterior, podrán pasar directamente al NIVEL C. Este nivel se corresponde con el nivel de máxima dificultad de la fase de iniciación.
- Los alumnos realizan las figuras 1C y 5C.

Sesión 5

- Abrir la página: [//www.anfore3d.com](http://www.anfore3d.com)
- Entrar en Ejercicios de Perfeccionamiento (Práctica 2.1 NIVEL A). Los alumnos dibujan piezas en 3D a partir de las 3 vistas normalizadas de la pieza. Se parte del nivel más básico (NIVEL A) ofrecido por la web para esta fase de perfeccionamiento.
- Los alumnos realizan y acotan las figuras: 3A y 5A.

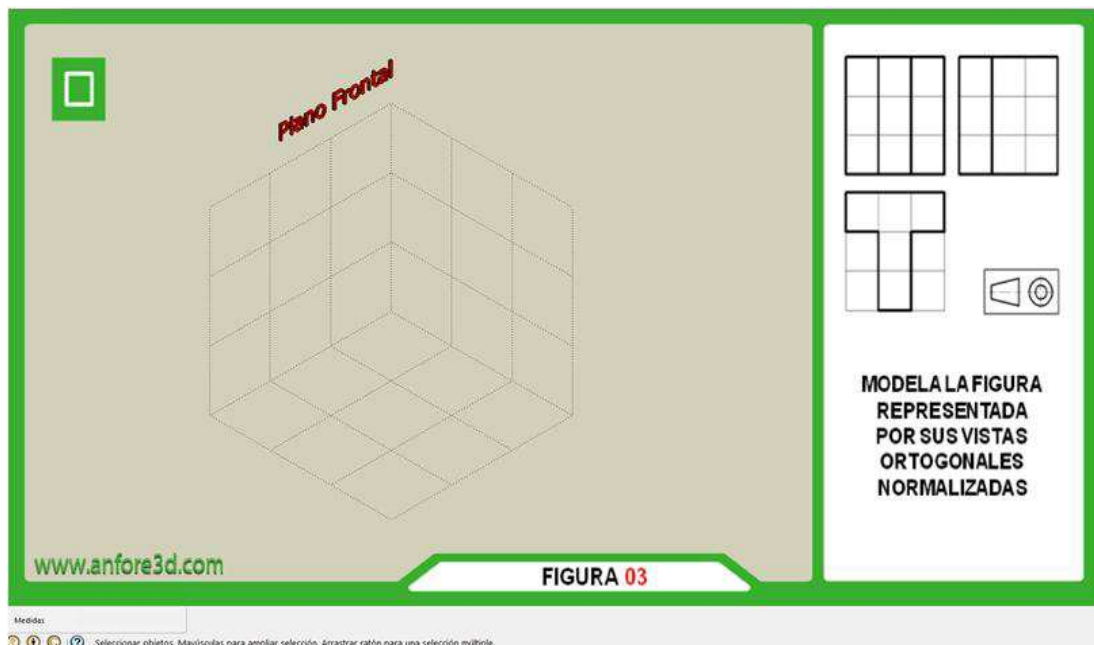


Figura 32. Plantilla de Anfore 3D a realizar con SketchUp. Fase de Perfeccionamiento

Fuente: Anfore3d.com

Sesión 6

- Se continua en la página: [//www.anfore3d.com](http://www.anfore3d.com)
- Entrar en Ejercicios Perfeccionamiento (Práctica 2.1 de NIVEL A). Los alumnos dibujan piezas en 3D a partir de las 3 vistas ortogonales de la pieza. Continuamos, al igual que en la sesión 5, en el nivel más básico (NIVEL A) de esta fase de perfeccionamiento, ofrecido por la web, pero seleccionando figuras más complejas dentro de este nivel.
- Los alumnos realizan y acotan las figuras: 7A y 11A.
- Los alumnos diferencian por colores las distintas caras de la pieza en función de la vista normalizada a la que pertenezcan dichas caras.
- Los alumnos que hayan tenidos mayores dificultades en la sesión 5 (Práctica 2.1) pueden permanecer, a criterio del profesor, en la Práctica 1.2.
- Los alumnos que hayan mostrado mayores habilidades en la sesión 5, y ya hayan realizado las figuras 7A y 11A, pueden continuar con la realización de las figuras: 9A y 15A. (Siempre a criterio del profesor)

Sesión 7

- Se propone a los alumnos, que ya tienen suficientes conocimientos adquiridos del programa SketchUp, la representación de la vivienda de las páginas: 20 a 28 del libro de texto (Gonzalo, R. et al. 2012 a).

Sesión 8

- Se propone a los alumnos un examen de evaluación con dos ejercicios, uno de la fase de iniciación y otro de la fase de perfeccionamiento, de entre las piezas de la página web de anfore3d.com. También se pide acotar y colorear la pieza según las tres vistas normalizadas.

4.9 EVALUACIÓN

Los criterios de evaluación son:

- Utilizar SketchUp para diseñar y dibujar piezas y objetos tecnológicos.
- Relacionar perspectivas y representación en el sistema diédrico.
- Dibujar piezas sencillas en perspectiva caballera e isométrica a partir de sus vistas
- Acotar correctamente piezas planas y tridimensionales.

5. CONCLUSIONES

Un tratamiento innovador del diseño gráfico en la enseñanza del dibujo técnico, ingeniería y tecnología debe pasar, hoy y en el futuro, por el uso de programas CAD en 3D para representar la tridimensionalidad de la realidad. Mediante dichos programas se puede entonces, *ver y crear* los diseños tal y como se *ven* en la realidad, en 3D, sin artificios visuales de reducción a 2D.

De modo que para cada alumno de Tecnología, la inteligencia espacial (Gardner, 1983) ha de facilitar el diseño directo en 3D mediante programas tipo CAD 3D, y recíprocamente, el diseño de modo natural en 3D mediante TIC en el aula implica, en una dinámica cíclica, la mejora de la Capacidad Espacial.

Al iniciar este trabajo se planteaba un objetivo principal y cinco objetivos específicos con el propósito de obtener respuesta con el trabajo de investigación realizado. A continuación se muestran las conclusiones referidas a dichos objetivos.

5.1 CONCLUSIONES ACERCA DE LA INCIDENCIA DEL USO DE SKETCHUP SOBRE LA CAPACIDAD ESPACIAL.

El objetivo principal de *evaluar la incidencia en la Capacidad Espacial de los alumnos de 4º de la ESO de Tecnología tras el uso del programa SketchUp*, se ha abordado desde tres direcciones diferentes.

En primer lugar se ha realizado una investigación bibliográfica acerca de la mejora de la capacidad espacial de distintos estudiantes mediante prácticas con distintos entornos tridimensionales.

Posteriormente se han realizado, antes y después de dichas prácticas, diversos test alojados en páginas web para la medición de los dos componentes principales de la capacidad espacial: las *relaciones espaciales* medidas mediante test tipo MRT y la *visión espacial*, medidas mediante test del tipo DAT-SR.

Finalmente, se ha planteado una pregunta específica sobre este asunto en una encuesta de satisfacción realizada por los alumnos al finalizar las prácticas con el programa SketchUp.

De los resultados de la investigación, la encuesta y los test se puede concluir que:

- Existen en la bibliografía numerosos trabajos y estudios acerca de la certeza de la incidencia de los entornos tridimensionales sobre la mejora en la capacidad espacial en alumnos universitarios, en sus dos componentes. En España los autores de referencia sobre esta temática lo constituyen el grupo de investigadores Dehaes (Desarrollo de Habilidades Espaciales) ubicado en la Universidad de La Laguna. La novedad y relevancia de este trabajo reside en estar dirigido sobre estudiantes de la ESO, en vez de universitarios.
- El desarrollo de las dos componentes de la capacidad espacial de los alumnos de 4º de la ESO se puede mejorar con un entrenamiento específico mediante el programa SketchUp, dando por válida la primera de las hipótesis de partida de este trabajo mediante análisis estadístico de los datos de los 2 test válidos.
- Los alumnos del género masculino son mejores de manera innata para reconocer piezas tridimensionales mediante una mejor componente de *visión espacial* y los alumnos del género femenino tiene más desarrollada e manera innata la componente de *relaciones espaciales*, es decir realizar rotaciones y comparaciones en figuras de dos y tres dimensiones.
- Mediante un entrenamiento específico con SketchUp, cada uno de los 4 grupos específicos en que se puede dividir la muestra: alumnos o alumnas, grupo de 4ºB o grupo de 4º C., manifiestan una mayor mejora en aquella componente de la capacidad espacial (visión espacial o relaciones espaciales) en la que es peor de manera innata.
- Para aquellos alumnos para los que SketchUp es su primer aprendizaje con un programa CAD su opinión mayoritaria es la de que el uso de dicho programa ha mejorado su visión espacial.

Por todo lo anterior, se considera que este trabajo ha alcanzado el objetivo principal propuesto.

5.2 CONCLUSIONES ACERCA DE LA UTILIDAD DEL USO DE SKETCHUP PARA EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE TECNOLOGÍA.

En cuanto al objetivo específico de *determinar si el taller de diseño 3D mediante la aplicación SketchUp es útil para el aprendizaje de la asignatura de Tecnología*, se ha planteado una pregunta específica sobre este asunto en la encuesta de satisfacción realizada por los alumnos al finalizar las prácticas con el programa SketchUp y se ha realizado una investigación específica en el marco teórico acerca de la metodología de la asignatura de Tecnología y la implicación del diseño gráfico en ella. De los resultados de la encuesta y de la investigación se puede concluir que:

- La gran mayoría de los alumnos, sin distinción entre grupo de clase, género de los alumnos, diestros y zurdos, usuarios previos de CAD o nóveles, coincide en la utilidad del uso de SketchUp para aprender la asignatura de Tecnología, dando por buena la hipótesis segunda de este trabajo.
- El programa SketchUp es de utilidad en la asignatura de Tecnología en la medida en que constituye un recurso TIC, que no es un fin en sí mismo sino una herramienta, para generar los planos y croquis del informe del proyecto tecnológico, el cual constituye la esencia de la metodología de la asignatura como elemento vertebrador de los distintos contenidos de la misma.

Por todo lo anterior, se considera que este trabajo ha alcanzado también dicho objetivo específico.

5.3 CONCLUSIONES ACERCA DE LA MEJORA DE LA MOTIVACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE TECNOLOGÍA MEDIANTE HERRAMIENTAS TIC TRAS EL USO DE SKETCHUP.

En cuanto al objetivo específico de *conocer el efecto del taller de diseño 3D sobre la motivación de los alumnos para el estudio de la asignatura mediante herramientas TIC*, se ha planteado una pregunta específica sobre este asunto en la encuesta de satisfacción realizada por los alumnos al finalizar las prácticas con el programa SketchUp.

De los resultados de la encuesta se puede concluir que:

- La mayoría de los alumnos, tras el uso del programa SketchUp, coincide en la existencia de un aumento de su motivación para el uso de otras TIC para el aprendizaje de otros contenidos de la asignatura de Tecnología, dando por buena la hipótesis tercera de este trabajo. De entre todos ellos los alumnos menos motivados son tanto los que no juegan nunca a videojuegos como los que tienen más hábito a ello.

Por todo lo anterior, se considera que este trabajo ha alcanzado también dicho objetivo específico.

5.4 CONCLUSIONES ACERCA DEL DISEÑO POR ORDENADOR EN EL CURRÍCULO.

En cuanto al objetivo específico de *determinar la distribución del bloque de contenidos de expresión gráfica y comunicación, donde se encuadra el diseño por ordenador, en los distintos niveles de Tecnología en la ESO, en los currículos nacional y autonómico (Comunidad de Madrid)*, se ha realizado una investigación específica en el marco teórico acerca de su inclusión en los distintos niveles de concreción del currículo en la legislación nacional y autonómica (Comunidad de Madrid). De los resultados de dicha investigación se puede concluir que:

- La materia de Tecnología, y su bloque de contenidos de expresión gráfica y comunicación, donde se encuadra el diseño por ordenador (CAD), han visto continuamente reducida su carga lectiva desde su nacimiento en 1990 con la LOGSE como materia obligatoria incluida en el currículo de la ESO, hasta nuestros días con la reciente aprobación de la LOMCE, que minimiza la carga lectiva de la asignatura y la relega a materia optativa.
- El uso del ordenador para diseño gráfico está contemplado en los dos currículos, nacional y autonómico (Comunidad de Madrid) aunque en ninguno de ellos se habla nada de la versión de diseño 3D, ni en la ESO ni en Bachillerato.

- En la LOMCE la Tecnología en 4º curso solo puede ser elegida por los futuros alumnos de FP, de modo que los futuros universitarios ingenieros o arquitectos no tienen acceso a la Tecnología en 4º curso.

Por todo lo anteriormente expuesto, se considera que este trabajo ha alcanzado también dicho objetivo específico.

5.5 CONCLUSIONES ACERCA DE LOS RECURSOS PARA SKETCHUP EN LA WEB.

En cuanto al objetivo específico de *identificar recursos y actividades en la web que puedan ser utilizados en la etapa de secundaria para el uso y aprendizaje del software SketchUp, para dar acceso a este recurso didáctico escasamente usado hasta ahora*, se ha realizado una investigación bibliográfica. De los resultados de dicha investigación se puede concluir que:

- El software SketchUp tiene muchas ventajas para su utilización para fines educativos en la educación secundaria, tales como su condición de gratuito, sencillez de manejo y rapidez de aprendizaje. Además existen numerosos tutoriales, videos y actividades en la web aparte de la guía oficial de ayuda.

Para dar respuesta al objetivo específico planteado, al final de este trabajo se ha recopilado un listado que figura en el Anexo I, bajo la denominación de “Guía básica de Recursos y Actividades para uso de SketchUp en la Enseñanza”. De este modo también se consigue este objetivo específico.

5.6 CONCLUSIONES ACERCA DE LA PROPUESTA PRACTICA DE APRENDIZAJE CON SKETCHUP.

En cuanto al objetivo específico de *confeccionar una propuesta práctica seleccionando una gama de ejercicios de aprendizaje de SketchUp organizados por niveles dificultad para atender a la diversidad y permitir distintos ritmos de aprendizaje* se ha realizado una propuesta práctica que se apoya en una página web realizada por el grupo de investigadores Dehaes, [//www.anfore3d.com](http://www.anfore3d.com).

Tras la realización de dicha propuesta didáctica y la consecución del objetivo específico correspondiente se puede concluir que:

- La propuesta práctica realizada selecciona una gama de ejercicios de aprendizaje de SketchUp organizados secuencialmente por niveles de dificultad, permitiendo subir, bajar o cambiar de nivel para atender así a la diversidad y permitir distintos ritmos de aprendizaje. La propuesta persigue la realización de piezas en 3D a partir de su perspectiva o sus vistas normalizadas.

Como cierre de estas conclusiones baste decir que la principal aportación de este trabajo es la de mostrar la conveniencia del uso de SketchUp en la enseñanza de Tecnología en 4º de la ESO, mediante lo expuesto en el marco teórico, en el estudio de campo y en la propuesta didáctica que utiliza este software. Dicho software fomenta la capacidad espacial de los alumnos a través del trabajo en el entorno 3D, mejora la motivación de los alumnos acerca del uso de TIC en el aula de Tecnología y resulta útil para el aprendizaje de dicha asignatura.

6. LIMITACIONES DEL TRABAJO

Al evaluar el presente trabajo se observa que se han conseguido los objetivos iniciales perseguidos. No obstante se han encontrado algunas dificultades y limitaciones a la hora de obtener los resultados y realizar los análisis.

En primer lugar, tras la realización de los test y revisión de datos se ha observado algunas incongruencias ya citadas en los datos obtenidos, más concretamente en el test 2 MRT, donde tras el análisis conjunto de tiempos y número de intentos, se sospecha que algunos de los alumnos han realizado el test de forma rápida y mecánica probando a ver si acertaban en vez de utilizar su inteligencia espacial, y desvirtuando de ese modo el resultado.

En segundo lugar, para dicho test 2 MRT se ha constatado por lo citado anteriormente y por el funcionamiento del test en sí que no sería un test válido para esta investigación, con lo que se han descartado los datos para realizar conclusiones. De manera previsoramente este investigador ha realizado otro test del mismo tipo, el test 1 MRT, cuya fiabilidad y procedencia no ofrecen lugar a dudas.

En tercer lugar, dado que los resultados de los test han sido recogidos por la profesora de Tecnología y la encuesta ha sido recogida directamente por este investigador mediante la aplicación de SurveyMonkey no ha sido posible vincular las respuestas de la encuesta con los resultados de los test de manera individual, perdiéndose de este modo muchos matices que hubieran permitido extraer más y mejores conclusiones.

7. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

Durante la realización de este trabajo han surgido algunos interrogantes sin responder que pueden propiciar futuras investigaciones: tales como:

- Aplicar la propuesta didáctica a un aula real de 4º de la ESO, realizando un seguimiento de su implementación e introduciendo las mejoras necesarias en un proceso de retroalimentación.
- Aplicar la propuesta a otros cursos de la ESO utilizando los niveles de dificultad menores y evaluar su conveniencia como recurso didáctico dentro de los respectivos currículos.
- Aplicar la propuesta a la materia de Dibujo Técnico y evaluar su conveniencia para incluirlo en el currículo.
- Ampliar el estudio a otros centros educativos de la Comunidad de Madrid, o de España para obtener conclusiones más representativas que las obtenidas de un solo centro educativo.
- Realizar el estudio vinculando los datos de los test y la encuesta de satisfacción.
- Realizar el estudio utilizando conjuntamente los test de las páginas web y los test originales en papel tipo MRT y DAT-SR, para así poder encontrar la equivalencia entre ambos tipos de test.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Albaret, J.M. y Aubert, E. (1996).Étalonnage 15-19 ans du test de rotation mentale de Vandenberg. *Evolutions psychomotrices*, volumen (8), nº 34, 269 – 278.
- Aleixos Borrás, N., Piquer Vicent, A., Galmes Gual, V y Company Calleja, P. (2002). Estudio comparativo de aplicaciones CAD de modelado. *XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*. Recuperado de <http://www.ual.es/personal/faguilar/117.pdf>
- Alonso Rodríguez, J.A., Troncoso Saracho, J.C., Pérez Cota, M. y González Cepón, J.L. (2005). Usabilidad de las herramientas CAD. Consideraciones sobre el uso de los programas de CAD en la docencia del Dibujo Técnico. *Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial, Vigo. Actas del XVII Congreso Internacional e Ingeniería Gráfica en Sevilla*. Recuperado de <http://www.ingegraf.es/mesas/COMUNICACIONES%20ACEPTADAS/D19.pdf>
- Andrés Pueyo, A. (2001). *Manual de psicología diferencial*. Madrid: McGraw-Hill
- Anfore 3D (2012). *Análisis de las Formas y su Representación*. Recuperado el 17 de febrero de 2014 de <http://www.anfore3d.com/#!fases-del-taller-3d/c161y>
- Bennett, G., Seashore, H., Wesman, A. y Cordero Pando, A. (2000). *DAT 5: Test de aptitudes diferenciales*. Madrid: TEA Ediciones.
- Cambridge Brain Sciences Inc. (2014). *Cambridge Brain Sciences*. Recuperado el 24 de enero de 2014 de <http://www.cambridgebrainsciences.com/browse/concentration/test/rotation-task>
- Carbonell Carrera, C., Mejías Vera, M.A., Saorín, J.L. y Contero González, M. (2012). Infraestructuras de datos espaciales: Desarrollo de habilidades espaciales en el entorno el Espacio Europeo de Educación Superior. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, volumen (58), 157-175. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3885447>
- Cervera, D. (2010). *Didáctica de la Tecnología*. Barcelona: Editorial Graó.
- Chung, A.R. (2009).Software libre aplicado al dibujo industrial: el caso Blender. *Industrial Data*, volumen (12), ene-jun. 62-67.
- Clements, D. y Battista, M. (1992). Geometry and Spatial Reasoning. En Kelly, A. E. y Lesh R. A. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 420-464). New York: Macmillan Publishing Company.

- Cohen, C.A. y Hegarty, M. (2007). Sources of difficulty in imagining cross sections of 3D objects. En McNamara, D. S y Trafton J. G. (Ed.), *Proceedings of the Twenty-Ninth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. (pp. 179-184). Austin TX: Cognitive Science Society.
- De la Torre, J., Saorín, J.L., Carbonell, C., Del Castillo, M.D. y Contero, M. (2012). Modelado 3d como herramienta educativa para el desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas. Artes. *Arte, Individuo y Sociedad*, 24 (2), 179-193. Consultado el (10/12/2012) en <http://revistas.ucm.es/index.php/ARIS/article/view/39025>
- Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, *por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria*. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 126, de 29 de mayo de 2007.
- Díaz del Prado, F. (2010). El proyecto tecnológico. En Cervera, D. (coord.). *Tecnología. Complementos de formación disciplinar*. Barcelona: Editorial Graó.
- Díaz Uceda, F. (2013) *Uso de las herramientas e diseño CAD en el área de Tecnología en centros de Secundaria de Jaén*. (Trabajo fin de máster). Universidad Internacional de la Rioja, Jaén.
- Domínguez Somonte, M. y Espinosa Escudero, M.M. (2002). *Fundamentos de dibujo técnico y diseño asistido*. Madrid: UNED
- Fibonacci (2011). *Fibonacci*. Recuperado el 27 de enero de 2014 de (<http://www.fibonacci.com/spatial-reasoning/test/>)
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books
- González, A.M., Carbonell, C., Saorín, J.L. y De la Torre, J. (2011). 3D Modeling for competences development of new degrees within the field of maritime. *Journal of Maritime Research*, Vol. VIII (núm 3), 71 – 85.
- Gonzalo, R., Rodrigo, E. y Salvador, S. (2012 a). *Tecnología 4*. Madrid: Grupo Anaya
- Gonzalo, R., Rodrigo, E. y Salvador, S. (2012 b). *Tecnología 4, Recursos fotocopiables*. Madrid: Grupo Anaya.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Kechel, B. (2008). *bjornson's blog*. Recuperado el 27 de enero de 2014 de (<http://bjornson.inhb.de/?p=55>)

- Kurtuluş, A y Candaş, U (2010). The effects of Google Sketchup based geometry activities and projects on spatial visualization ability of student mathematics teachers. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 9, 384–389. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810022743>
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, *de Ordenación General del Sistema Educativo*. Boletín Oficial del Estado, 238, de 4 de octubre de 1990.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, *de Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la mejora de la calidad educativa*. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013.
- Ley Orgánica 10/2002, de 23 de diciembre, *de Calidad de la Educación*. Boletín Oficial del Estado, 307, de 24 de diciembre de 2002.
- Mafalda, R., (2000). *Efeitos do uso de diferentes métodos de representação gráfica no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial*. San Paulo, Portugal: Universidade de Sao Paulo.
- Maier, P.H. (1998). Spatial Geometry and Spatial Ability: How to Make Solid Geometry Solid? En Cohors-Fresenborg, E., Reiss, K., Toener, G. y Weigand, H. G., (Ed.), *Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics*. (pp. 63-75). Osnabrück.
- Marpegán, C.M., Mandón, M.J. y Pintos, J.C. (2009). *El placer de enseñar Tecnología*. Madrid: Editorial CEP.
- Martín Dorta, N. N. (2009). *Análisis del uso de dispositivos móviles en el desarrollo de estrategias de mejora de las habilidades espaciales*. (Tesis Doctoral), Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ingeniería Gráfica, Valencia.
- Mtnez Quintans. (2010). *Mundo Sketchup*. Recuperado el 22 de febrero de 2014 de <http://mundosketchup.blogspot.com.es/>
- Olkun, S. (2003). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, April, 1-10. Recuperado de <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/sinanolkun.pdf>
- Pellegrino, J., Alderton, D., y Shute, V. (1984). Understanding spatial ability. *Educational Psychologist*, 19 (3), 239-253.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, *por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. BOE núm. 266, de 6 de noviembre de 2007.

- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, *por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. BOE núm. 5, de 5 de enero de 2007
- Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, *sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente*. Diario Oficial L 394 de 30 de diciembre de 2006.
- Rodríguez López, J.A. (2003). Unidad 5: Expresión gráfica: sistemas de representación. En Moreno Márquez, J. et al. *Libro del profesor Tecnologías 3º ESO, serie Motriz* (pp. 129-164). San Fernando de Henares: Oxford University Press España S.A.
- Sánchez Carlessi, H., y Reyes Romero, C. (2003). *Psicología del aprendizaje y la educación superior*. Santa Patricia: Visión Universitaria.
- Saorín, J.L. (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). Universidad Politécnica de Valencia: Valencia.
- Shepard, R.N. & Metzler, J. (1971) Mental rotation of three-dimensional objects. *Science* (171): 701-703.
- Sorby, S. y Baartmans, B. (2000). The Development and Assessment of a Course for Enhancing the 3-D Spatial Visualization Skills of First Year Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 89 (3), 301-307.
- Sorby, S., Wysocki, A. y Baartmans, B. (2003). *Introduction to 3D spatial visualization: An active approach*. Michigan: Thomson, Delmar Learning.
- SurveyMonkey (2014). *SurveyMonkey*. Recuperado el 20 de febrero de 2014 de http://www.surveymonkey.com/s.aspx?PREVIEW_MODE=DO_NOT_USE_THIS_LINK_FOR_COLLECTION&sm=H9JUUnO9Hzrz4v7Vy76LP4OPYKPS4uZDiidktoUseM%3d
- Trimble Navigation Limited. (2013). *SketchUp Knowledge Center*. Recuperado el 30 de enero de 2014 de <http://help.sketchup.com/es>
- UNIR, Universidad Internacional de la Rioja (2013). *Clase Magistral de Ignacio Sarría: Diseño de Unidades Didácticas*. Material no publicado. Recuperado el 12 de febrero de 2014, de http://msec.unir.net/cursos/lecciones/lecc_msec_per17_ti_dc/documentos/tema6/recomendado.html?virtualpage=0
- Vanderberg, S., y Kuse, A. (1978). Mental Rotation, a group test of three dimensional spatial visualization. *Perceptual and motor Skills*, 47, 599- 604.

8.2 BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Chopra, A. (2010). *Google SketchUp 8 for Dummies*. New York: John Wiley and Sons.
- Consejería de Educación. DAT Madrid Norte. (2014). *Normativa publicada en BOE y BOCM que desarrolla la Ley Orgánica de Educación (LOE)*. Recuperado el 14 de febrero de http://www.madrid.org/dat_norte/WEBDATMARCOS/sie/normativa_loe/normativa_loe.htm
- Google Inc. (2010). *SketchUpdate*. Recuperado el 22 de febrero de 2014 de <http://sketchupdate.blogspot.com.es/>
- Grover, C. (2009). *Google SketchUp: The Missing Manual*. Sebastopol (California) : O'Reilly Media Inc.
- Martín-García, N. (2014). *Utilización del programa Cabri 3D como herramienta didáctica para la enseñanza de Geometría en 2º de ESO*. (Trabajo fin de máster). Universidad Internacional de la Rioja, Madrid.
- Plataforma Estatal de Asociaciones del Profesorado de Tecnología. (sin fecha). *PEAPT. Sí a la Tecnología*. Recuperado el 19 de febrero de 2014 de <http://peapt.blogspot.com.es/p/la-tecnologia-en-la-eso-los-contenidos.html>

ANEXOS

ANEXO I. GUÍA BÁSICA DE RECURSOS Y ACTIVIDADES PARA USO DE SKETCHUP EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA.

Fuente: Elaboración propia.

- Trimble Navigation Limited. (2013). *SketchUp Knowledge Center*. Recuperado el 30 de enero de 2014 de <http://help.sketchup.com/es>. Fuente Primaria
- Anfore 3D. *Análisis de las Formas y su Representación*. Recuperado el 17 de febrero de 2014 de <http://www.anfore3d.com/#!fases-del-taller-3d/c161y>
- Blog de Tecnología e Informática. (2013). *Myprofedeciencias. Modelado en 3D: Sketchup*. Recuperado el 17 de febrero de 2014 de <http://myprofetecnologia.wordpress.com/2013/04/24/modelado-en-3d-sketchup/>.
- Crea con Laura (2013). *Crea y aprende con Laura. Tutorial de Sketchup en español*. Recuperado el 22 de enero de 2014 de <http://creaconlaura.blogspot.com.es/2013/04/tutorial-de-sketchup-en-espanol.html>.
- García Pinzón, N (2012). *Tutorial básico sobre Google Sketchup*. Recuperado el 2 de febrero de 2014 de <http://www.slideshare.net/nataliaasiomasplay/tutorial-basico-sobre-google-sketchup>.
- Landín, P. (Sin fecha). *Unidad Temática 5. Diseño asistido por ordenador: Introducción al Google Sketchup (4º ESO)*. Recuperado el 3 de febrero de 2014 de <http://dl.dropboxusercontent.com/u/10210487/4eso/Apuntes/Tema%2005%20Dise%C3%B1o%20asistido%20por%20ordenador.pdf>.
- Montero, F. (2013). *Alumnos competentes. Prácticas Sketchup*. Recuperado el 11 de febrero de 2014 de <http://tecnomapas.blogspot.com.es/2013/04/alumnos-competentes-practicas-sketchup.html>.
- Mulero, L. (sin fecha). *Tutorial y ejercicios de Sketchup I.E.S. Santiago Ramón y Cajal*. Recuperado el 6 de febrero de 2014 de <https://sites.google.com/site/tecnoramonycajal/4o-de-e-s-o-informatica/tutorial-sketchup>.
- *Trazado de una pieza sencilla con Sketchup 8*. AdminMMolina. (2012) [Video] YouTube

ANEXO II. GUÍA DE REFERENCIA RÁPIDA DE SKETCHUP.
Fuente: Mtnes Quintans. (2010).

Guía de referencia rápida de SketchUp 8

Conjunto grande de herramientas			Componentes dinámicos		
Seleccionar (espacio)		Crear componente	Interactuar		Opciones de componente
Pintar (B)		Borrar (E)	Atributos de componente		
Rectángulo (R)		Línea (L)	Caja de arena (terreno)		
Círculo (C)		Arco (A)	Desde contornos		Desde cero
Polígono		Mano alzada	Esculpir		Estampar
Mover (M)		Empujar/tirar (P)	Proyectar		Añadir detalle
Rotar (Q)		Sígueme	Voltear arista		
Escala (S)		Equidistancia (F)	Vistas estándar		
Medir (T)		Acotación	Isométrica		Planta
Transportador		Texto	Frontal		Derecha
Ejes		Texto 3D	Posterior		Izquierda
Orbitar (O)		Desplazar (H)	Estilos		
Zoom (Z)		Ver modelo centrado	Rayos X		Aristas posteriores
Anterior		Siguiente	Alambre		Líneas ocultas
Situar cámara		Girar	Sólido		Sólido con texturas
Caminar		Plano de sección	Monocromo		
Sólidos			Google		
Revestimiento		Dividir (Pro)	Añadir nuevo edificio...		Añadir localización...
Intersecar (Pro)		Unir (Pro)	Cambiar terreno		Texturas fotográficas
Sustraer (Pro)		Recortar (Pro)	Previsualizar modelo en Google Earth		Compartir componente...
			Obtener modelos...		Compartir modelo...

Para mostrar más barras de herramientas, selecciona "Ver > Barras de herramientas" desde la barra de menús.

Botón central (rueda)	Botón derecho
Girar	Clic
Zoom	menú contextual
Clic-arrastrar	
Orbitar	
Mayús+Clic-arrastrar	
Desplazar	
Doble clic	
vuelve a centrar vista	

Herramienta	Operación	Instrucciones
Arco (A)	Curvatura	especifica el valor de la curvatura: introduce un número y pulsa Intro
	Radio	especifica el radio: introduce un número y R, y pulsa Intro
	Segmentos	especifica el número de segmentos: introduce un número y S, y pulsa Intro
Círculo (C)	Mayús	bloquea en el plano actual
	Radio	especifica el radio: introduce un número y pulsa Intro
	Segmentos	especifica el número de segmentos: introduce un número y S, y pulsa Intro
Borrar (E)	Ctrl	suaviza/alisa (utiliza en las aristas para que las caras adyacentes aparezcan curvadas)
	Mayús	oculta
	Ctrl+Mayús	deja de suavizar/alisar
Sígueme	Alt	utiliza el perímetro de la cara como trayectoria de extrusión
	Más fácil	selecciona la trayectoria, elige la herramienta "Sígueme" y haz clic en la cara a extrudir
Línea (L)	Mayús	bloquea en la dirección de inferencia actual
	Flechas	arriba o abajo: bloquea en la dirección azul; dcha.: en la roja; izq.: en la verde
	Longitud	especifica la longitud: introduce un número y pulsa Intro
girar	Altura del ojo	especifica la altura del ojo: introduce un número y pulsa Intro
Mover (M)	Ctrl	mueve una copia
	Mayús	mantén pulsada para bloquear en la dirección de inferencia actual
	Alt	autoplegado (permite el movimiento aunque se deban añadir aristas y caras adicionales)
	Flechas	arriba o abajo: bloquea en la dirección azul; dcha.: en la roja; izq.: en la verde
	Distancia	especifica la distancia del movimiento: introduce un número y pulsa Intro
	Series externas	n copias en fila: mueve la primera copia, introduce un número y X, y pulsa Intro
Equidistancia (F)	Series internas	n copias entre dos elementos: mueve la primera copia, introduce un número y /, y pulsa Intro
	Doble clic	aplica el último valor de equidistancia a esta cara
Orbitar (O)	Distancia	especifica una distancia de equidistancia: introduce un número y pulsa Intro
	Ctrl	mantén pulsada para desactivar la orbitación con peso gravitatorio
Pintar (B)	Mayús	mantén pulsada para activar la herramienta Desplazar
	Ctrl	pinta todas las caras adyacentes coincidentes
	Mayús	pinta todas las caras coincidentes del modelo
	Ctrl+Mayús	pinta todas las caras adyacentes del mismo objeto
Empujar/tirar (P)	Alt	mantén pulsada para tomar una muestra del material
	Ctrl	empuja/tira una copia de la cara (dejando la cara original en su lugar)
	Doble clic	aplica el último valor de empujar/tirar a esta cara
	Distancia	especifica el valor de empujar/tirar: introduce un número y pulsa Intro
Rectángulo (R)	Dimensiones	especifica dimensiones: introduce longitud y anchura, y pulsa Intro, p. ej. 20;40
Rotar (Q)	Ctrl	rota una copia
	Ángulo	especifica un ángulo: introduce un número y pulsa Intro
	Pendiente	especifica un ángulo como pendiente: introduce inclinación:longitud y pulsa Intro, p. ej. 3:12
Escala (S)	Ctrl	mantén pulsada para modificar la escala desde el centro
	Mayús	mantén pulsada para modificar la escala uniformemente (sin distorsionar)
	Cantidad	especifica un factor de escala: introduce un número y pulsa Intro, p. ej. 1,5 = 150%
	Longitud	especifica un factor de longitud: introduce un número y una unidad, y pulsa Intro, p. ej. 10m
Seleccionar (espacio)	Ctrl	añade a la selección
	Mayús	añade/elimina de la selección
	Ctrl+Mayús	elimina de la selección
Medir (T)	Ctrl	crea una guía nueva
	Flechas	arriba o abajo: bloquea en la dirección azul; dcha.: en la roja; izq.: en la verde
Zoom (Z)	Cambiar tamaño	cambia el tamaño del modelo: mide una distancia, introduce el tamaño deseado y pulsa Intro
	Mayús	mantén pulsada y haz clic-arrastra el ratón para cambiar el campo visual

© 2010 Google Inc.

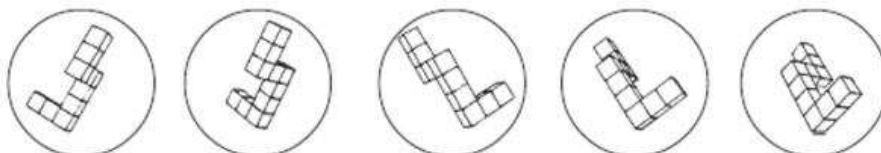
ANEXO III. TEST MRT. ADAPTACIÓN DE ALBARET Y AUBERT.
Fuente: Albaret, J.M. y Aubert, E. (1996).

ANNEXE

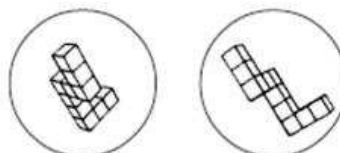
Test de rotation mentale

*adapté par S.G. Vandenberg, université du Colorado, 1971
consignes révisées par H. Cavonius, université du Wyoming, 1979
traduction française par J.M. Albaret et E. Aubert, 1990*

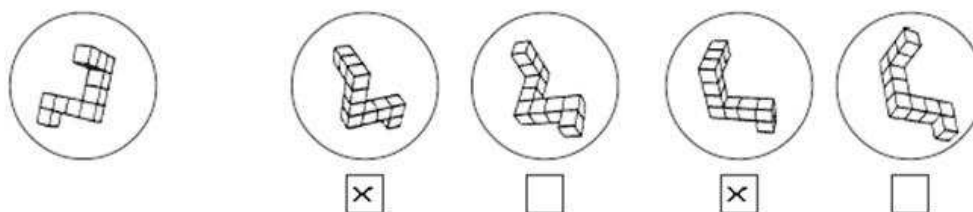
“Ceci est un test destiné à mesurer votre aptitude à reconnaître le dessin d’un objet donné parmi un ensemble d’objets différents. La seule différence entre l’objet original et l’objet à trouver consiste en une modification de l’angle sous lequel il est vu. Une illustration de ce procédé est donnée ci-dessous, où la même figure est présentée dans cinq positions. Regardez chacun d’eux pour vous rendre compte vous-même qu’ils sont seulement présentés sous un angle différent l’un de l’autre.”



“Ci-dessous, vous voyez deux dessins d’un nouvel objet. Ils ne peuvent pas être appariés avec les cinq dessins ci-dessus. Notez que vous ne pouvez pas retourner les objets. Voyez vous-mêmes qu’ils sont différents.”



“Maintenant, vous allez faire quelques problèmes en guise d’exemple. Pour chaque problème il y a un premier dessin tout à fait à gauche. Vous devez indiquer parmi les quatre structures à droite, les deux qui sont semblables au modèle donné à gauche. Dans chaque problème, il y a toujours deux dessins semblables à celui de gauche. Mettez un x dans les cases sous les dessins corrects et laissez un blanc dans celles qui sont incorrectes. Le premier exemple est déjà complété.”



“Tournez la page.”

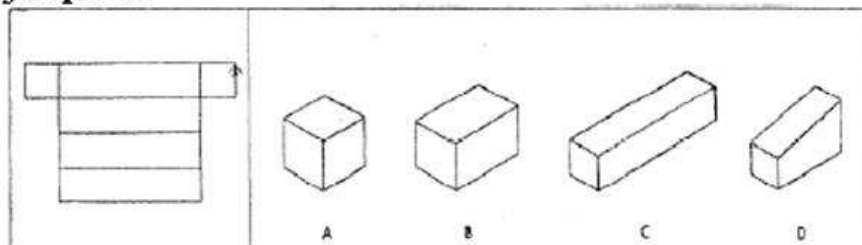
ANEXO IV. TEST DAT-SR. ACTUALIZACIÓN DAT- 5.

Fuente: Bennett, G., Seashore, H., Wesman, A. y Cordero Pando, A. (2000).

El test DAT-SR pertenece a la batería DAT (Differential Attitude Test), elaborada con el objeto de proporcionar un instrumento científico tipificado para la apreciación de aptitudes de los estudiantes. Este test consta de 60 ítems en su primera versión y de 50 la versión denominada DAT-5. Cada pregunta se presenta un modelo o patrón que es el desarrollo en superficie de un modelo en tres dimensiones. A continuación aparecen cuatro figuras. Una de ellas se ha formado doblando el modelo. La tarea consiste en averiguar cuál es la figura correcta. El modelo siempre representa la parte exterior de la figura.

Ejemplos propuestos:

Ejemplo X:

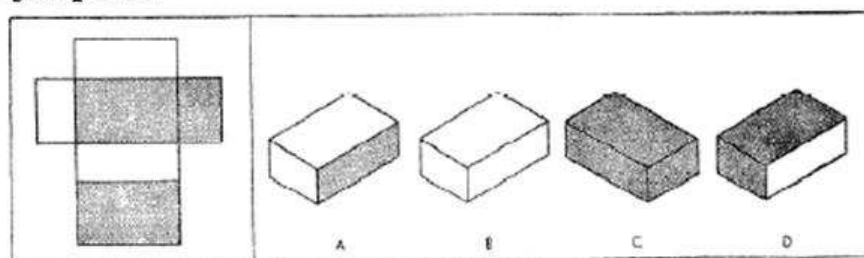


¿Cuál de estas figuras, A, B, C o D puede construirse a partir del modelo X? Evidentemente sólo la C, porque las otras son de forma y tamaño diferentes. Compruébelo.

En la hoja de respuestas marcaremos la letra C como correcta.

En cada problema hay siempre cuatro figuras a continuación del modelo. De ellas sólo una está correctamente construida a partir de él.

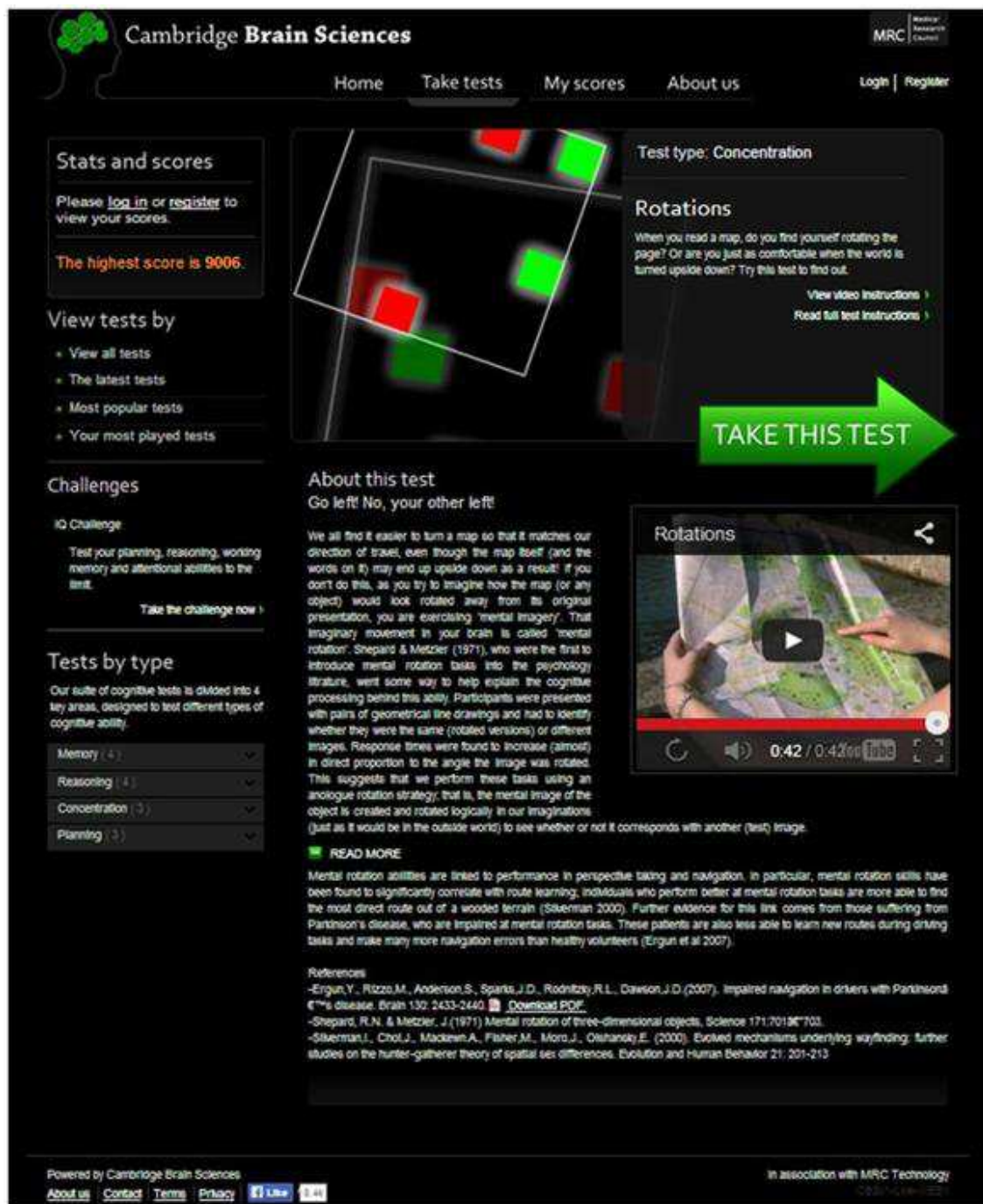
Ejemplo Y:



En el ejemplo Y, el modelo puede doblarse formando una caja. Las dos caras mayores y una de las pequeñas deberán ser oscuras. La figura que resulta ha de tener esas tres caras oscuras, aunque alguna no aparezca a la vista debido a la colocación de la caja.

Observe: las cuatro figuras son correctas en cuanto a la forma, pero las caras que se ven son diferentes. Sólo una de estas figuras puede construirse a partir del modelo. Fíjese en las cuatro posibilidades de elección:

ANEXO V. PÁGINA WEB DEL TEST ROTATIONS (TIPO MRT).
Fuente: Cambridge Brain Sciences Inc. (2014).



Cambridge Brain Sciences

Home Take tests My scores About us Login Register

Stats and scores

Please [log in](#) or [register](#) to view your scores.

The highest score is **9006**.

View tests by

- View all tests
- The latest tests
- Most popular tests
- Your most played tests

Challenges

IQ Challenge

Test your planning, reasoning, working memory and attentional abilities to the limit.

[Take the challenge now](#)

Tests by type

Our suite of cognitive tests is divided into 4 key areas, designed to test different types of cognitive ability.

- Memory (4)
- Reasoning (4)
- Concentration (3)
- Planning (3)

Test type: Concentration

Rotations

When you read a map, do you find yourself rotating the page? Or are you just as comfortable when the world is turned upside down? Try this test to find out.

[View video instructions](#)

[Read full test instructions](#)

TAKE THIS TEST

About this test

Go left? No, your other left!

We all find it easier to turn a map so that it matches our direction of travel, even though the map itself (and the words on it) may end up upside down as a result! If you don't do this, as you try to imagine how the map (or any object) would look rotated away from its original presentation, you are exercising 'mental imagery'. That imaginary movement in your brain is called 'mental rotation'. Shepard & Metzler (1971), who were the first to introduce mental rotation tasks into the psychology literature, went some way to help explain the cognitive processing behind this ability. Participants were presented with pairs of geometrical line drawings and had to identify whether they were the same (rotated versions) or different images. Response times were found to increase (almost) in direct proportion to the angle the image was rotated. This suggests that we perform these tasks using an analogue rotation strategy: that is, the mental image of the object is created and rotated logically in our imaginations (just as it would be in the outside world) to see whether or not it corresponds with another (test) image.

[READ MORE](#)

Mental rotation abilities are linked to performance in perspective taking and navigation. In particular, mental rotation skills have been found to significantly correlate with route learning: individuals who perform better at mental rotation tasks are more able to find the most direct route out of a wooded terrain (Silverman 2000). Further evidence for this link comes from those suffering from Parkinson's disease, who are impaired at mental rotation tasks. These patients are also less able to learn new routes during driving tasks and make many more navigation errors than healthy volunteers. (Ergun et al 2007).

References

- Ergun, Y., Rizzo, M., Anderson, S., Sparks, J.D., Rodnitzky, R.L., Dawson, J.D. (2007). Impaired navigation in drivers with Parkinson's disease. *Brain* 130: 2433-2440. [Download PDF](#)
- Shepard, R.N. & Metzler, J. (1971) Mental rotation of three-dimensional objects. *Science* 171:701-703.
- Silverman, I., Choi, J., Mackinnon, A., Fisher, M., Moro, J., Olshansky, E. (2000). Evolved mechanisms underlying wayfinding: further studies on the hunter-gatherer theory of spatial sex differences. *Evolution and Human Behavior* 21: 201-213

Powered by Cambridge Brain Sciences

[About us](#) [Contact](#) [Terms](#) [Privacy](#) [Like](#) [+1](#)

In association with MRC Technology

© 2014 Cambridge Brain Sciences

ANEXO VI. PÁGINA WEB DEL TEST MENTAL ROTATION TRAINING (TIPO MRT).

Fuente: Kechel, B. (2008).

bjornson's blog

this blog is very

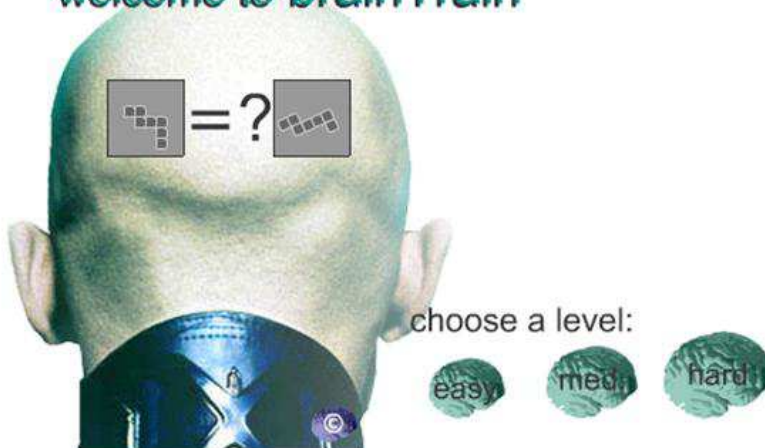
Mental rotation training

with 48 comments

With this application you can train or simply test your mental rotation skills. One of the few skills that supposedly show a real difference between men and women as well as between students of natural sciences and students of the arts. But the ability to improve, especially a poor skill, has been shown.

So try it out, after 10 exercises you will see your results.

welcome to brainTrain



Statistics for users without errors*:

Easy: 5161 users scored an average of 4.2304 seconds

Medium: 2125 users scored an average of 5.1354 seconds

Hard: 13897 users scored an average of 3.1699 seconds

Statistics for all users*:

Easy: 15997 users scored an average of 4.4349 seconds and 1.1602 attempts

Medium: 10215 users scored an average of 5.9497 seconds and 1.2713 attempts

Hard: 24445 users scored an average of 4.6516 seconds and 1.1278 attempts

*Attempts with average times higher than 20 seconds are not taken into stats.

Written by bjornson
September 22nd, 2008 at 8:22 pm

Posted in [Flash Games](#), [Mental training](#)

ANEXO VII. PÁGINA WEB DEL TEST SPATIAL REASONING APTITUDE (TIPO DAT-SR).
Fuente: Fibonacci (2011).

Spatial Reasoning Aptitude Test

Archivos > > The IQ Test > Visual Test > Career Test > Verbal Test

Practice spatial reasoning skills for Dialects and [analogies tests](#). Below you will find 2 tests to practice your spatial visualization ability and your [spatial reasoning](#) skills.

Spatial Reasoning Example

To solve this question you need to fold the 'cut out' in your mind and choose the correct representation. The correct answer to this example is A. Spatial reasoning is important for generating solutions in areas such as architecture, engineering, science, games, etc.

Windows Server 2012
www.microsoft.com/Windows-Server
Descubre y Evalúa la Nube Privada de Microsoft. ¡Totalmente gratis!

To start, choose the easy or hard test shown below. Practice spatial reasoning by completing this training of 24 spatial reasoning questions divided into 2 difficulty levels to increase your spatial reasoning ability.

EASY **HARD**

Share the knowledge!

APTITUDE TESTS

- Number Sequences >
- Word Analogies Test >
- Synonyms Test >
- Spatial Reasoning Test >
- Abstract Reasoning Test >
- Mental Arithmetic Test >
- Numerical Reasoning Test >

MISCELLANEOUS

- Word Problems Test >
- Fractions Test >
- Vocabulary Test >
- Antonyms Test >
- Synonyms Test >
- Airforce Test >
- Logical Reasoning >

ASSESSMENT INFORMATION

- Preparation >
- The Assessment day >
- Assessments types >
- Assessment components >
- Assessment tips >
- Assessment Training >
- Aptitude Tests Examples >

Copyright 2011 - Fibonacci by Fibonacci aptitude. | Contact | Disclaimer | Privacy Policy | Aptitude test

ANEXO VIII. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN. SKETCHUP. CUESTIONARIO.
Fuente: Survey Monkey. (2014)

Encuesta de Satisfacción. SketchUp Salir de esta encuesta

*1. ¿Cual es tu clase?

☐ 4º B ☐ Otra

☐ 4º C

*2. Sexo

☐ Masculino ☐ Femenino

*3. ¿Con que mano dibujas?

☐ Izquierda ☐ Derecha

*4. ¿Eres usuario habitual de videojuegos?

☐ Nada ☐ Bastante

☐ Poco ☐ Mucho

*5. Antes de estas clases con SketchUp, ¿habías utilizado algún programa de diseño por ordenador?

☐ SI ☐ NO

*6. ¿Crees que estas clases de SketchUp son útiles para el aprendizaje de la asignatura Tecnología de 4º ESO?

☐ Poco o nada ☐ Bastante ☐ Mucho

*7. Me he sentido capaz de realizar los ejercicios planteados

☐ SI ☐ NO

*8. Lo que he aprendido con SketchUp me permite entender mejor las vistas normalizadas en el papel (alzado, planta, perfil)

☐ SI ☐ NO

*9. El programa SketchUp ha mejorado mi Visión Espacial

☐ Poco o nada ☐ Bastante ☐ Mucho

*10. ¿Crees que después del aprendizaje de SketchUp con el ordenador, ha mejorado tu motivación para aprender mas temas de Tecnología mediante el ordenador?

☐ Poco o nada ☐ Bastante ☐ Mucho