

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE BELLAS ARTES

Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica



**UTILIZACIÓN DEL ORDENADOR PARA EL
DESARROLLO DE LA VISUALIZACIÓN ESPACIAL**

**MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE
DOCTOR POR**

Ángeles Lara Temiño

Bajo la dirección de la Doctora:

Noemí Martínez Díez

Madrid, 2004

ISBN: 84-669-2460-4

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

**UTILIZACIÓN DEL ORDENADOR
PARA
EL DESARROLLO DE LA VISUALIZACIÓN ESPACIAL**

M^a Ángeles Lara Temiño

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Facultad de Bellas Artes

Departamento de Pedagogía Didáctica
de la Expresión Plástica

**UTILIZACIÓN DEL ORDENADOR
PARA
EL DESARROLLO DE LA VISUALIZACIÓN ESPACIAL**

Autora: M^a Ángeles Lara Temiño
Directora de tesis: Noemí Martínez Díez.

Madrid, 2004

ÍNDICE:

pág

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

- ... Introducción.....	1
- Orientaciones generales:	
- ... Justificación de la investigación.	2
- ... Hipótesis	3
- ... Objetivos.....	4
- ... Metodología	5
- ... Duración y fases del proyecto de investigación.	6
- ... Objetivos básicos de la experiencia.	11
- ... Fases preparatorias	12
- ... Recursos disponibles	13
- ... Evaluación del trabajo de investigación	14
- ... Proyección y ámbitos de generalización futuros.	15
- Modelo de investigación elegido:	
- ... Estado de la cuestión	16
- ... Grupo de control y grupos experimentales	19
- ... Aplicación del tema.....	20

CAPÍTULO II: PERCEPCIÓN VISUAL

- ... Introducción.	25
- Teorías de la percepción:	
Teoría empirista.	28
Teoría de la Gestalt.	30
Teoría psicofísica.....	33
- ... Los sentidos y la percepción del espacio.	36
- ... La visión selectiva.....	39

CAPÍTULO III: FACTOR ESPACIAL DE LA INTELIGENCIA

- ... Introducción.....	43
- ... Tipos de inteligencia	49
- ... Modificabilidad de la inteligencia.....	52

CAPÍTULO IV: L.O.G.S.E. LA EDUCACIÓN PLÁSTICA Y VISUAL

- ... Introducción.....	58
- ... Características de los alumnos de la E.S.O.	59
- ... Aprendizaje. Desarrollo intelectual	62
- ... La representación tridimensional en la Educación Plástica y visual	66
Objetivos	67
Contenidos:	
Conceptos	68
Procedimientos	69
Actitudes	70

CAPÍTULO V: SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN

- ... Introducción.....	72
- ... Historia de la representación espacial.....	75
- ... Elementos geométricos básicos	85
Punto	87
Recta	88
Plano.....	90
- ... Relaciones espaciales	91
Horizontalidad, verticalidad e inclinación	94
Paralelismo y perpendicularidad	95
Deformación. Escalas	96
- ... Sistemas de representación:.....	98
Sistema axonométrico.....	101
Sistema diédrico.....	105
- ... El CAD y la representación tridimensional	108

CAPÍTULO VI: VISUALIZACIÓN ESPACIAL

- ... Introducción.....	114
- ... Percepción espacial	116
- ... Clasificación de las imágenes. Imágenes mentales.	119
- ... Habilidades de visualización espacial.....	121
- ... Ver con el ojo de la mente	124
- ... Desarrollo del razonamiento abstracto	127
- ... Desarrollo de habilidades de visualización	132

CAPÍTULO VII: EDUCACIÓN Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

- ... Introducción.....	137
- ... El ordenador en el aula	138
- ... Ventajas e inconvenientes del ordenador	143
- ... Programas didácticos	149
- ... La creación de programas un proceso multidisciplinar	150
- ... Análisis y definición de los programas	152
- ... Diseño y concreción de los programas	153
- ... Espacio 3D.....	157
- ... Etapas en el diseño del programa E.A.O.....	161
- ... Evaluación del programa creado	165

CAPÍTULO VIII: INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES

CAPÍTULO X: DOCUMENTO PROGRAMAS

CAPÍTULO XI: BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO I:
PLANTEAMIENTO Y MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

PLANTEAMIENTO Y MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

INTRODUCCIÓN

A partir de la experiencia docente (en la Formación Profesional, en un principio, y la Enseñanza Secundaria después) la autora de esta tesis ha ido comprobando año tras año cómo los alumnos con la visualización espacial poco desarrollada, han tenido siempre problemas para comprender el lenguaje de los sistemas de representación. Por este motivo nos interesó mucho el estudio de procedimientos que les ayudaran a solucionar este problema. Con la introducción de los ordenadores en el aula y con la aparición de programas de dibujo cada vez más potentes, la autora de esta tesis se plantea un proyecto de investigación en el que, utilizando adecuadamente las posibilidades didácticas que el ordenador nos ofrece; diseñemos programas que ayuden al desarrollo de la visualización espacial.

Originariamente la informática estaba sólo al alcance de unos cuantos expertos en la materia, necesitábamos tener conocimientos de algún lenguaje de programación para utilizar el ordenador. Por otro lado, nos resultaba muy complicada la representación gráfica de cualquier elemento geométrico, ya que para realizar un dibujo teníamos que controlar muchos datos técnicos y fundamentos trigonométricos, sin entrar a valorar el tiempo de ejecución que era mayor. Por lo tanto difícilmente llegábamos a hacernos una idea visual de aquello que queríamos representar, lo que nos hacía rechazar la introducción de programas de dibujo en nuestra materia.

Hoy en día, en el mercado nos encontramos con un conjunto de programas de informática que nos permiten la representación gráfica de cualquier diseño en muy pocos segundos. Actualmente incluso, podemos trabajar directamente en el espacio tridimensional virtual con relativa facilidad, sin necesidad de conocimientos amplios de informática.

Nuestro trabajo de investigación pasa por analizar las ventajas e inconvenientes del uso del ordenador en el aula en general, y en la materia de Educación Plástica y Visual en particular (concretamente los contenidos correspondientes a los sistemas de representación). Hablamos de una asignatura con poco peso en el curriculum escolar, aproximadamente dos horas semanales en cada uno de los cursos de la E.S.O. en los que es obligatoria, con posibilidad de que desaparezca en algunos cursos como queda establecido en la L.O.C.E. Si tenemos en cuenta esto, todavía adquiere más importancia el uso de programas de ordenador que ayuden al profesor reduciendo tiempos de ejecución de actividades.

ORIENTACIONES GENERALES

JUSTIFICACIÓN

Tenemos que, por un lado la introducción de la informática es un hecho que se va consolidando y por otro, el desarrollo de los programas facilitan cada día más el trabajo tanto al profesor como al alumno. Esto hace que nos planteemos en este trabajo de investigación lo que esta herramienta puede aportar al desarrollo de capacidades como son el razonamiento abstracto y la capacidad de visualización espacial.

Consideramos el ordenador una herramienta más al servicio del proceso de aprendizaje del alumno y nos corresponde a los profesores estudiar las posibilidades educativas, llevando a la práctica actividades adecuadas. Creemos necesario investigar sobre las posibilidades del ordenador más allá de la simple aplicación de determinados programas.

El ordenador frente a la enseñanza tradicional tiene algunas ventajas como: simplificar las tareas repetitivas, almacenar una gran cantidad de material y proporcionar velocidad de realización de actividades. Tuvimos en cuenta estos aspectos cuando decidimos crear un material pedagógico al servicio de los alumnos con dificultades, que les permitiera asimilar los contenidos referidos a los sistemas de representación. Aprovechando la velocidad de procesado del ordenador y la manipulación de imágenes así como las ventajas de la programación creamos un material más atractivo, cómodo y fácil de utilizar, que los tradicionales cuadernos de trabajo que ofrecen las editoriales.

Si logramos que los alumnos con dificultades se aproximen a los sistemas de representación axonométrico y diédrico por la vía del razonamiento y la comprensión, conseguiremos introducirles en un área que por sí misma aumentará su capacidad de análisis espacial. Utilizando la metodología adecuada el alumno podrá comprobar que el dibujo técnico, lejos de ser una materia árida y difícil al alcance de unos pocos, se trata de un lenguaje con muchas posibilidades para su futuro. El diseño de una serie de actividades por ordenador facilitará la visualización espacial para los alumnos, y se convertirá en una herramienta de ayuda importante para el proceso de aprendizaje.

La visualización espacial es un factor de la inteligencia espacial que puede desarrollarse en aquellos alumnos que no lo posean de forma innata. Creemos que existe una interacción entre el aprendizaje de la Geometría Descriptiva y este factor.

HIPÓTESIS

El ordenador puede ser una herramienta muy útil en la educación. Con el diseño de programas educativos adecuados se puede ayudar a los alumnos a desarrollar la capacidad espacial y el razonamiento abstracto.

OBJETIVOS

Cualquier trabajo de investigación de este tipo, tiene como objetivo general mejorar la calidad de la enseñanza, pero además nos planteamos otros propósitos o metas:

- Utilizar la rapidez de ejecución del ordenador para poner en marcha programas educativos que ayuden a desarrollar capacidades en el alumno.
- Demostrar que la informática puede estar al servicio de los alumnos con mayores dificultades de aprendizaje pues con un material didáctico adecuado pueden mejorar sus resultados.
- Lograr un mayor interés de los alumnos por los sistemas de representación presentándoles las actividades prácticas de una forma lúdica.
- Aumentar el interés en aquellos alumnos que con la enseñanza tradicional estaban desmotivados.
- Utilizar el ordenador de forma creativa aprovechando la exactitud de trazado y la reducción de tiempo que transcurre entre la idea y la plasmación visual de esa idea.
- Crear entornos de aprendizaje que permitan una docencia que estimule la actividad, la iniciativa y el esfuerzo teniendo en cuenta la diversidad de los alumnos.
- Disponer de un método objetivo y justo de evaluación y de seguimiento de la realización de los ejercicios.

- Contribuir a la actualización de la metodología didáctica aprovechando las ventajas de las nuevas tecnologías.
- Introducir al alumno en el programa AutoCAD, conociendo una parte de sus posibilidades.
- Conseguir un aprendizaje progresivo, interactivo y creativo.

METODOLOGÍA

El proyecto de investigación consiste en diseñar y aplicar los programas educativos de dibujo a una serie de cursos de forma experimental y comprobar su incidencia en la capacidad de visualización espacial y en el razonamiento abstracto. Para ello se ha hecho un trabajo de campo con cinco grupos de alumnos de distintos niveles de la E.S.O. en el Instituto “Julio Verne”, dentro de la asignatura de Educación Plástica y Visual.

Paralelamente a las actividades planteadas en la programación del departamento los alumnos han tenido acceso a los programas de ordenador en el aula de informática. Los programas están pensados para que sean ejecutados por un solo alumno por lo tanto pasarán en grupos de diez u once dependiendo del número de ordenadores en funcionamiento, el resto del grupo se queda trabajando en su aula. El aula de informática se encuentra enfrente del aula de Plástica lo que facilita el acceso de los alumnos; como además, el tiempo de ejecución de los programas es corto, esto permite que todos puedan hacer la actividad en un solo periodo lectivo.

La autora de esta tesis es la responsable del proyecto, en la actividad ha contado con la ayuda de una profesora del departamento de Artes Plásticas de dicho centro (compuesto por dos profesoras y un profesor), que han hecho posible el trabajo de campo. Además hemos contado con la ayuda del departamento de orientación y de la psicóloga que nos ha asesorado y nos ha ayudado en el proceso de evaluación de los tests.

Los alumnos con la ayuda de los distintos programas potenciarán los contenidos teóricos impartidos en clase mediante la enseñanza tradicional, pero además desarrollarán su capacidad de visualización espacial sin ser conscientes de ello. A lo largo de las actividades a través del ordenador se ha tenido en cuenta lo importante que para el alumno es enseñarle a interpretar el lenguaje gráfico como aprender a utilizarlo de forma adecuada para expresar sus ideas.

La experiencia se ha desarrollado durante un curso escolar 2003-04. Los grupos que han participado en esta experiencia corresponden a niveles educativos de 1º, 2º y 3º de la E.S.O. En los cursos no ha habido ninguna selección especial de alumnos, he trabajado con los grupos de una sola profesora, para que no existiera ninguna variación en la explicación teórica ni en el enfoque de la asignatura.

DURACIÓN Y FASES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación comenzó en el año 1997 y ha finalizado en el año 2004.

La investigación comienza en el año 1997 con la consulta de una importante bibliografía, de la cual se ha recogido información sobre el tema de la percepción espacial así como el desarrollo de la capacidad espacial en la adolescencia. También se han consultado aquellos libros que tuvieran

algo que ver con los sistemas de representación, entre los que se incluyen libros de texto y tesis relacionadas con el tema tratado. El primer año de trabajo sirvió para buscar toda la información posible que existiera hasta el momento. El interés no se centró sólo en la visualización espacial; la percepción, las etapas evolutivas de los alumnos de secundaria así como todo lo relacionado con los sistemas de representación y nuevas tecnologías eran importantes para la investigación.

Preparamos unas pruebas iniciales para pasar a los alumnos, los resultados de estas pruebas y la información recogida fueron la clave para proceder al diseño del material educativo. El objetivo de este trabajo sería la creación de una serie de actividades que permitieran al alumno reforzar contenidos, corregir los errores más comunes, familiarizarle con el lenguaje de los sistemas de representación y por supuesto aumentar la capacidad de visualización espacial y de razonamiento abstracto.

Para que el trabajo de investigación no fuera muy amplio trabajaríamos sólo con dos sistemas de representación: el diédrico y el axonométrico. Hemos descartado el sistema cónico porque creemos que en principio es el más intuitivo de los tres ya que su parecido con la realidad tal y como la vemos es mayor. Nos hemos quedado con los dos sistemas que consideramos tienen que ver menos con la realidad y por tanto, plantean mayores dificultades al alumnado.

Con las reflexiones hechas sobre la documentación acumulada durante el primer año, dedicamos el segundo (1998) a crear los procedimientos adecuados que aportaran alguna solución al problema. La idea del trabajo fue comenzar por una figura tridimensional perfectamente reconocible para el alumno, ese es el caso del cubo, y conseguir a través de una serie de actividades, llevarle hasta la comprensión de elementos fundamentales de los sistemas de representación axonométrico y diédrico.

Consideramos el cubo un objeto sobradamente conocido para cualquiera, son muchos los objetos de nuestro entorno que tienen esa forma o una forma similar como es el prisma, (basta sacar el tema de los envases para que los alumnos hagan una larga lista de productos). Se trata de un elemento tangible, que todos conocen y reconocen y por lo tanto el elemento más fácil de asimilar, razonar, imaginar, comprender y también visualizar mentalmente con todas sus propiedades. Nuestra intención desde el principio fue llevar al alumno desde lo conocido, lo simple, hasta formas mas complicadas y contenidos más difíciles de asimilar.

El material resultante sería una carpeta compuesta por más de veinte cuadernillos de diez actividades cada uno. Dichas actividades estaban planteadas para que fueran fáciles de hacer por el alumno y permitieran la corrección rápida para el profesor. Las diferentes fichas del cuaderno de trabajo se diseñaron con el programa de dibujo AutoCAD (concretamente la versión 14), instalado en el ordenador del departamento de Plástica.

Los prototipos de cuadernos correspondientes al nivel de 3º de la E.S.O. se pasaron de forma experimental a un grupo de alumnos. La ejecución de la actividad fue muy rápida ya que sólo tenían que observar los dibujos de las distintas láminas y contestar a las cuestiones que se les planteaban, la solución se pondría en la hoja de respuestas correspondiente a cada cuadernillo para facilitar el trabajo de corrección del profesor.

Con el material preparado y la experiencia realizada con el grupo de alumnos, empezamos a cuestionarnos si un cuaderno de refuerzo resultaría útil o vendría a ser más de lo mismo. Por un lado, consideramos que las actividades eran interesantes para sentar las bases de una mayor comprensión de los sistemas de representación y ayudaría a los alumnos con dificultades a pensar en el espacio tridimensional con la misma facilidad que el espacio bidimensional. Pero, por otro lado, nos encontramos que el gran inconveniente es que los cuadernos no motivaban especialmente a los alumnos y además suponían un importante trabajo para el profesor.

Estábamos creando un material como otros tantos con los que cuentan las editoriales.

Otro problema importante era la corrección; las hojas de respuestas facilitaban mucho la labor, pero no dejaba de ser un trabajo más para el profesor. Teniendo en cuenta además que, al hacerse a posteriori, no permitiría la reflexión inmediata del alumno. Algo que para nosotros era muy importante, pues el conocimiento inmediato por parte del alumno de sus aciertos y errores le ayudaría considerablemente a mejorar el razonamiento abstracto como la visualización espacial.

Estas y otras razones hicieron que nos planteáramos la creación de otro tipo de material que ayudara al profesorado en su labor que no le supusiera más trabajo; al contrario, que le ahorrara tiempo y trabajo. Pero además, debía resultar interesante para los alumnos que fueran a utilizarlo. Pensamos en el ordenador como herramienta de apoyo por las múltiples ventajas que nos ofrecía y por que nos resultaría más fácil motivar a los alumnos.

Esta nueva idea, dio un giro al trabajo; tuvimos que replantearnos casi totalmente el material pedagógico que pretendíamos diseñar. Solicitamos la ayuda de una persona con conocimientos de programación y juntos logramos un sencillo programa, que consistía básicamente en una serie de juegos en los cuales se incluirían las actividades de los cuadernillos, pero esta vez se presentarían en un soporte informático. Para todo ello fue necesario adquirir los conocimientos mínimos sobre programación en VBA (esto ocurre aproximadamente sobre el año 1999). Es al año siguiente, cuando ya contamos con un diseño inicial de lo que llamaríamos los juegos del espacio 2D<->3D.

Por fin, en el año 2001, el departamento de Plástica cuenta con un ordenador de mayor capacidad, en el cual podemos instalar el programa de dibujo Autocad 2000. Este programa, a diferencia de los anteriores, nos permite la representación en el espacio en tres dimensiones. Este nuevo programa posibilita la mejora y ampliación de las actividades creadas. Exportando los archivos de Autocad y convirtiéndolos en archivos WMF procedimos al diseño propiamente dicho del juego.

Elegimos entre los programas de dibujo accesibles, aquel con mayores posibilidades para la creación de las distintas actividades que formarían parte del diseño de los juegos. En este caso se ha trabajado con el Autocad, en principio la versión 14 y después la versión 2000 (no comercial).

Completamos el diseño aprovechando las posibilidades de programación que ofrece el Visual Basic. Conseguimos dinamizar el juego, introducir la corrección inmediata y contabilizar los aciertos y errores de cada jugador, información a la que sólo tendría acceso el profesor. El registro de los resultados de los alumnos, nos parecía muy importante para que el profesor conociera sus problemas y pudiera ayudarles ofreciéndoles el material más adecuado en cada momento. Además de este seguimiento del proceso de aprendizaje, podría personalizar los refuerzos necesarios tanto en los contenidos teóricos como en los prácticos.

Solicitamos el acceso en momentos puntuales (como ya hemos comentado la ejecución de los juegos no precisa mucho tiempo) al aula de informática del "I.E.S. Julio Verne". No tuvimos ningún problema para instalar los juegos en el ordenador, fue un poquito más complicado encontrar huecos libres para entrar en el aula de informática del instituto. Para facilitar el acceso de los alumnos al espacio virtual 3D, pusimos un ordenador en el aula de Plástica con capacidad para instalar el AutoCAD 2000.

Para evaluar los resultados de la investigación la autora de la tesis preparó una serie de pruebas que nos permitieran comprobar las mejoras en el desarrollo de la visualización espacial. Al finalizar el curso se pasaron dichas pruebas tanto a los grupos experimentales como a los grupos control. Los resultados fueron muy favorables a los grupos experimentales lo que nos hizo pensar que no se podían dar por válidos los resultados por dudar de la objetividad de las pruebas.

Ha sido en el año 2003-04 cuando hemos modificado aquellos aspectos de las actividades que hemos considerado se podían mejorar y además se ha vuelto a repetir la experiencia en el aula de informática.

En este caso para evaluar la experiencia, aconsejada por una psicóloga, hemos elegido tests específicos sobre la percepción espacial y el razonamiento abstracto. Hemos pasado tanto a los grupos experimentales como al grupo de control dichos tests al comenzar y al finalizar el curso; con cuyos resultados intentamos demostrar la hipótesis planteada en este trabajo de tesis.

El tiempo invertido por los alumnos en la resolución de los pretests, los programas de refuerzo del ordenador y los postests han hecho variar un poco la programación aunque el interés de los alumnos y los buenos resultados han compensado esta pequeña desviación.

OBJETIVOS BÁSICOS DE LA EXPERIENCIA

Propósito de la tesis:

- Relacionar los contenidos teóricos aprendidos con la enseñanza tradicional con las posibilidades de aprendizaje de contenidos a través de programas de ordenador.

- Trabajar, conocer y dar a conocer con más detalle el ordenador.
- Preparar unos programas de ordenador que ayuden a los alumnos a desarrollar su capacidad de visualización espacial.
- Realizar un trabajo de evaluación del material preparado.
- Evaluar los resultados de la experiencia.

FASES PREPARATORIAS

Para el trabajo de tesis propiamente dicho, es decir el diseño, aplicación y evaluación de una serie de programas didácticos, la autora de la investigación necesitó de una preparación previa de material y de formación personal. Este trabajo consistió en:

- Consulta de los temas relacionados con los sistemas de representación, analizando los distintos planteamientos según editoriales.
- Búsqueda de bibliografía específica.
- Lectura y selección de contenidos más idóneos.
- Realización de cursos de especialización y perfeccionamiento de Diseño Asistido por Ordenador y Conocimientos Básicos de Programación.
- Asistencia a cursos relacionados con el tema.
- Recogida de información y opiniones de otros profesores de Dibujo.

- Consulta de tesis doctorales relacionadas con el tema.
- Análisis del estado de la cuestión para evaluar la necesidad de esta investigación.
- Evaluación inicial a través de unas pruebas para hacer un estudio de conocimientos previos y deficiencias educativas.
- Búsqueda de instrumentos de evaluación que nos permitieran demostrar la hipótesis.

RECURSOS DISPONIBLES

El trabajo de campo se ha realizado en el Instituto de Enseñanza Secundaria “Julio Verne” de la localidad madrileña de Leganés. Han colaborado con más o menos implicación todos los profesores del Departamento de Dibujo. Ha sido muy valiosa tanto su opinión sobre los distintos materiales como su colaboración en las distintas actividades con los alumnos.

El número de alumnos varía en los distintos grupos, hemos escogido como grupos experimentales los más numerosos. El grupo de 1º de la ESO está formado de 19 alumnos, en 2º C hay 20 alumnos y en 2º D hay 25 alumnos. En los grupos de 3º de la ESO el número de alumnos varía ya que estos alumnos se agrupan por optativas; en 3º A con la optativa de Francés tenemos 17 alumnos y en 3º C con la optativa de Imagen y Expresión hay 31 alumnos.

En cuanto a los espacios disponibles hemos contado con el aula de plástica en las horas lectivas de la materia y el aula de informática cuando se ha podido pues es un aula común. En el aula de plástica instalamos el ordenador del departamento, que se sustituyó por obsoleto; dicho ordenador

se convirtió en una interesante herramienta de trabajo para la realización de actividades en el espacio 3D. Los alumnos que lo requerían han accedido a él de manera puntual. El aula de informática está equipada con unos quince ordenadores de los cuales han funcionado con normalidad unos once o doce. Los ordenadores por su escasa capacidad no permiten la instalación del programa AutoCAD con lo que no podíamos utilizar las actividades en 3D, sí pudimos ejecutar los programas de dibujo diseñados del espacio 2D<->3D.

El aula de plástica está disponible porque es donde habitualmente trabajan los alumnos, por lo tanto no ha habido problemas para acceder al espacio 3D. No ocurre lo mismo con el aula de informática que compartimos con el resto de las materias que se imparten en el centro, a excepción de los ciclos formativos y la asignatura de tecnología que contaba desde hace un año con un aula propia de ordenadores nuevos.

Los programas utilizados para el diseño del material pedagógico han sido: AutoCAD Versión 14, AutoCAD Versión 2000 y Visual Basic.

EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La estructura de los programas educativos nos ha ayudado a llevar a cabo un control continuo del aprendizaje de cada alumno, posibilitando la corrección individualizada de los errores. Los datos registrados por el programa han permitido la evaluación de la actividad, pudiendo potenciar en cada caso aquellos aspectos del proceso de aprendizaje que consideremos oportuno. De esta manera resulta bastante cómodo para el profesor atender la diversificación en las aulas, algo que en la enseñanza tradicional resulta un poco complicado por falta de tiempo.

En nuestro trabajo de investigación no sólo hemos intentado evaluar la eficacia de una herramienta como el ordenador en el desarrollo de la capacidad de visualización espacial sino también el grado de adaptación y la aceptación que este medio tiene entre el alumnado. Por lo tanto no sólo ha sido importante la lista de puntuaciones como instrumento de evaluación objetivo y justo, sino que la observación de la actitud de los alumnos en la ejecución de los distintos programas también se ha tenido en cuenta.

Los resultados de los pretests y los postest han sido fundamentales para demostrar la evolución positiva de los alumnos que han realizado la experiencia y para demostrar por tanto la hipótesis planteada en este trabajo de investigación.

PROYECCIÓN, POSIBILIDADES Y ÁMBITOS DE GENERALIZACIÓN FUTUROS

Los programas diseñados en 2D suponen una ayuda tanto a profesores como a alumnos, porque están pensados para facilitar la resolución de una variedad de actividades relacionadas con los sistemas de representación en un tiempo mínimo. Los conocimientos de informática que se requieren para su uso son muy básicos y están por lo tanto al alcance de todos. Son programas que ocupan poca memoria, con lo que no sería difícil instalarlos en cualquier aula de informática en las que normalmente hay pocos ordenadores y son de poca potencia. Por un lado, apenas es necesario variar la programación pues la interacción con los programas es de periodos cortos de tiempo; por otro lado, sí supone un importante refuerzo que nos compensará en la adquisición de los contenidos relativos al espacio tridimensional.

Para las actividades en 3D que necesitan un equipo de mayor capacidad; la opción que puede plantearse es la posibilidad de introducir un ordenador en el aula de Plástica de los que se retiran en los institutos de otros espacios. Esto nos permite tener una ventana abierta a la informática gráfica dentro del propio aula a disposición del alumno.

MODELO DE INVESTIGACIÓN ELEGIDO

ESTADO DE LA CUESTIÓN

La autora de la tesis a lo largo de su carrera profesional como profesora de Dibujo ha podido comprobar que es en la etapa de secundaria cuando la representación del espacio tridimensional adquiere una mayor importancia para los alumnos. Les interesa no sólo representar los grandes espacios en los que se mueve sino también los pequeños objetos que observa a su alrededor. Para llevar a efecto esta representación, dispone de una superficie plana como es el formato de papel sobre el que dibuja. El problema que se plantea, es buscar el sistema que les permita convertir en dos dimensiones un objeto tridimensional. Del estudio teórico y práctico de los sistemas de representación se encarga la geometría descriptiva, que es el pilar fundamental en el que se apoyan todos los problemas de representación de dibujo técnico en general.

La necesidad de representar elementos tridimensionales, en un espacio bidimensional, bien sea cualquier formato de papel, un lienzo o la pantalla de un ordenador, nos obliga a disponer de unos métodos gráficos que relacionen de forma incuestionable ambos espacios. Algunos alumnos se enfrentan a los sistemas de representación sin dificultades, en estos casos, los procedimientos utilizados hasta ahora son suficientes.

La experiencia docente nos ha demostrado que los alumnos con menor capacidad de visualización espacial tienen más dificultades para asimilar los contenidos relacionados con los sistemas de representación. Los libros de texto de las distintas editoriales tratan el tema del volumen desde dos aspectos distintos: el artístico (nos ofrecen múltiples procedimientos para la adquisición de los contenidos) y el técnico (no ocurre lo mismo porque prácticamente coinciden en los planteamientos).

Cuando los docentes buscamos documentación sobre el tema nos damos cuenta que, aunque en los últimos años ha aumentado considerablemente, no es muy extensa la bibliografía referente a los sistemas de representación. Lo más preocupante es, que el planteamiento de los temas, no varía mucho de unos autores a otros, con lo que la aportación es mínima.

Los libros de texto presentan los contenidos de forma parecida y si a esto añadimos que posiblemente los profesores expliquemos más o menos igual en la pizarra, nos encontramos que a los alumnos no les ofrecemos muchos recursos para superar sus dificultades de comprensión. Los medios audiovisuales (transparencias, diapositivas y vídeos) no aportan mucho más, excepto la motivación del alumno que siente curiosidad por la transmisión de conocimientos a través de un medio distinto.

Esto nos animó a hacer un estudio sobre el problema para tratar de encontrar soluciones. La didáctica de los sistemas de representación, dentro de la materia de Educación Plástica y Visual, es un tema poco estudiado en proyectos de investigación, y mucho menos la aplicación de las nuevas tecnologías como instrumento para el aprendizaje.

Con esta investigación nos proponemos hacer un estudio de todos los aspectos que intervienen en la utilización de los ordenadores respecto a este tema, tanto para la adquisición de contenidos como para el desarrollo de capacidades, centrándonos en la etapa de la E.S.O.

El ordenador ha llegado a los institutos pero en muchos casos su uso en las distintas materias no se ha generalizado. Fue aproximadamente en el año 1992 cuando el Ministerio empezó a implantar en los institutos lo que llamaron Proyecto Atenea en el que se pretendía crear un aula de informática en cada centro con la intención de que todos los alumnos y profesores tuviéramos acceso a ella. Además del gasto en recursos informáticos el Ministerio de Educación organizó una serie de cursos de informática básica y de CAD. Un curso intensivo de CAD-CAM de setenta horas me permitió comprobar las ventajas del ordenador frente a la enseñanza tradicional.

Cuando los profesores intentábamos poner en práctica lo aprendido nos encontrábamos con problemas tanto de tipo técnico como didáctico. Por un lado, necesitábamos acceder al aula de informática un número de horas que no estaban disponibles (había un solo aula para todo el centro y con escaso número de ordenadores, lo que obligaba a compartir) y además para ejecutar un programa como el AutoCAD los equipos informáticos necesitaban una potencia mínima que no tenían. A estos problemas hay que añadir, que si dedicamos tiempo a la informática, tendremos que hacer reajustes en la programación de la asignatura de Educación Plástica y Visual. Para el manejo de las herramientas que nos ofrece el programa se necesitaban un mínimo de horas y ese tiempo repercutía en la programación de una asignatura con menos horas lectivas de las deseables (dos horas semanales) para la gran cantidad de contenidos que hay que impartir. Esto nos hacía rechazar la posibilidad de utilizar los programas de dibujo.

Hace aproximadamente cinco años fue cuando decidí investigar las posibilidades del ordenador no sólo para aprender a utilizar programas informáticos, sino también como herramienta de ayuda en el aula para el desarrollo de las capacidades de los alumnos. Así fue como empecé a diseñar programas que permitieran la adquisición de contenidos y el desarrollo de capacidades y que además tuvieran en cuenta el ahorro de tiempo.

GRUPO CONTROL Y GRUPOS EXPERIMENTALES

La experiencia la hemos llevado a cabo en el “I.E.S. Julio Verne” de la localidad madrileña de Leganés. Se ha trabajado con cuatro grupos de distintos niveles desde 1º hasta 3º de la E.S.O.; con edades comprendidas entre los 12 años y los 16 años (excepto los alumnos repetidores). Todos los alumnos cursan la Educación Plástica y Visual como asignatura obligatoria en períodos lectivos de dos horas semanales.

Con la extensión de la obligatoriedad de la enseñanza hasta los 16 años, se hace todavía más patente la necesidad de atender a la diversidad. En las aulas hay alumnos que no han desarrollado las capacidades básicas para afrontar con éxito las tareas escolares propias de la etapa en la que se encuentran. Poseen por tanto, graves dificultades de aprendizaje y están desmotivados frente al estudio. Los profesores tenemos la obligación de captar el interés de aquellos que no ven el Instituto como una posibilidad de formación personal; al contrario, para ellos es una prolongación no deseada en el sistema escolar.

La asignatura de Plástica y Visual es vista, por algunos alumnos, padres y profesores como una “maría” que en ningún caso consideran que sirva para el desarrollo intelectual de los alumnos llegando a calificar de pérdida de tiempo las horas dedicadas a esta materia. Esta misma opinión es la que parecen tener los responsables de la última reforma de la enseñanza secundaria (L.O.C.E.) que pretenden hacer desaparecer nuestra asignatura en algunos cursos, dando mayor carga lectiva a otras materias calificadas como “más importantes”.

En 2º de la E.S.O. es bastante común encontrar grupos bastante heterogéneos. Algunos alumnos han accedido a este curso sin superar los objetivos mínimos del curso anterior (no es posible repetir 1º); por otra parte

están los que repiten 2º. En 3º de la ESO el problema es más grave, en este curso los alumnos eligen optativas y precisamente las materias artísticas son las aconsejadas por padres y educadores para aquellos con peor expediente académico; a esto hay que añadir que normalmente se trata de grupos numerosos. Por lo tanto, podemos encontrarnos un buen grupo de alumnos con serios problemas de aprendizaje, con poca predisposición para aprender y con muchas dificultades para el profesorado que no puede hacer una enseñanza personalizada. Precisamente en este trabajo de investigación nos planteamos la creación de un material didáctico que por un lado motivara al alumno además de servirle para aprender y para desarrollar sus capacidades; y por otro liberara al profesor de ciertas tareas.

Hemos trabajado con grupos escogidos de forma aleatoria, compuestos por todo tipo de alumnos, el único motivo de clasificación es la elección, por parte del alumno, de asignaturas optativas.

Con el grupo de alumnos que nos sirvió de control 2º C (20 alumnos) Y 3º A (17 alumnos), se siguió la metodología tradicional tanto en las explicaciones teóricas de los contenidos como en las actividades programadas por el departamento de dibujo.

Con los grupos de alumnos experimentales: 1º C (19 alumnos), 2º D (25 alumnos) y 3º C (31 alumnos), hicimos una combinación de la metodología tradicional con los programas didácticos diseñados para el ordenador.

APLICACIÓN DEL TEMA

La tecnología informática ha revolucionado nuestras vidas, no sólo ha cambiado la organización de las empresas, ha afectado al mundo del diseño y también a la educación. Hace dos décadas eran muy pocos los profesionales de la enseñanza que daban importancia al uso del ordenador

en las aulas, quizás porque los programas informáticos no estaban demasiado desarrollados, eran complicados de manejar y necesitaban una infraestructura informática con la que no contaban.

En el caso del “I.E.S. Julio Verne”, en el que trabajo desde hace unos trece años, el acceso al aula de informática para los profesores de mi departamento era muy difícil. En este momento contamos con dos aulas de informática, el propio departamento está mejor equipado con un ordenador que nos permite trabajar con la versión 2000 de AutoCAD y además se ha instalado un ordenador en el aula de Plástica para uso de los alumnos.

Los profesores del departamento llevamos años analizando la posibilidad de enseñar a los alumnos el manejo de los distintos programas de dibujo que existen. En muchas ocasiones hemos valorado los conocimientos que podían adquirir teniendo en cuenta el tiempo que debíamos invertir y esto nos ha llevado a rechazar esta posibilidad. La asignatura en muchos cursos sólo cuenta con dos horas semanales, unas veinticuatro horas trimestrales, necesitaríamos hacer cambios importantes en la programación para apenas empezar a manejar alguno de los programas de diseño informático.

Pero también hay que tener en cuenta que el empleo del ordenador para el aprendizaje de los sistemas de representación, ofrece numerosas aplicaciones prácticas, además de la motivación que su uso puede agregar por sí mismo. Actualmente es un medio que los alumnos utilizan con facilidad y puede ser un complemento para el profesor. No deja de ser una forma distinta de ofrecer los contenidos de la materia. Por estas y otras razones se ha considerado en el trabajo de tesis, que la forma más interesante de introducir a los alumnos en el espacio tridimensional y en los sistemas de representación, es a través de una serie de actividades presentadas como juegos de ordenador. Además de motivar, van a contribuir a familiarizar al alumno con el sistema axonométrico y el diédrico, sin olvidar por supuesto, el desarrollo de la visualización espacial al que se verá obligado para resolver satisfactoriamente las cuestiones que se le plantean.

Pero para poner en práctica este trabajo, hemos tenido en cuenta la posibilidad de acceso al aula de informática, también se ha considerado el tiempo que se iba a invertir en la actividad, que como ya hemos dicho es una de las mayores preocupaciones del profesorado. Reforzar la capacidad de visualización espacial es por supuesto muy interesante pero sin desvalorizar el resto de las capacidades de la materia, por tanto, no debemos invertir más tiempo del previsto en la programación.

Al dinamizar las actividades con el VBA, se ha solucionado esta cuestión, es suficiente unos diez minutos para que los alumnos ejecuten unas treinta actividades. Además está preparado de tal manera que no es necesario la presencia constante del profesor, no se producen interrupciones y corrige de forma instantánea al alumno con las ventajas que eso conlleva.

Es por tanto un buen procedimiento, a añadir a los que normalmente utilizamos en el aula, que se llevaría a la práctica accediendo al aula de informática o bien instalando algún ordenador en el aula de Plástica. Otra ventaja importante es que no se necesitan ordenadores con gran capacidad, por lo tanto podrían aprovecharse los que se retiran de algún departamento.

Los juegos se han planteado con distintos niveles de dificultad y dentro de cada juego las actividades van de lo sencillo a lo complicado, esto le va a permitir al profesor poner a cada alumno el nivel que le corresponda para que avanzar en su proceso de aprendizaje partiendo de lo conocido. Además de visualizar cualquier elemento en el espacio tridimensional, el alumno sentará las bases para comprender mejor los sistemas de representación. Se acostumbrará a analizar, razonar y dar respuesta en un espacio 3D, desarrollando un pensamiento lógico y deductivo.

No requieren la presencia del profesor, por lo que supone un mínimo esfuerzo por parte de éste, cuya labor principal en este caso sería la de suministrar al alumno el material adecuado, valorando su proceso de aprendizaje y las necesidades puntuales de refuerzo y podría además dedicar su tiempo a una atención más personalizada.

Es un material distinto al que normalmente utilizan los alumnos, por lo que en general la motivación está casi asegurada, lo que facilita el aprendizaje.

Los resultados sobre aciertos y errores de ejecución del programa se hace de forma inmediata por el programa. Estos datos quedan reflejados en la lista de puntuaciones que puede ser consultada por el profesor, lo que le permite un trabajo de diversificación. El propio alumno podrá conocer su evolución y ser consciente de su proceso de aprendizaje.

El que estos datos sean secretos ayudan al alumno a aumentar su autoestima ya que no recibe comentarios de los compañeros sobre su actuación porque la desconocen, y no debemos olvidar lo importante que es para los adolescentes la opinión de los compañeros.

La escasa potencia de los ordenadores con los que normalmente contamos en los centros educativos, nos ha condicionado el diseño de los programas. Para trabajar en espacios virtuales 3D, que necesitan un ordenador de mayor potencia, tendríamos que estudiar la posibilidad de instalar uno en el aula de plástica, se convertiría en una ventana de experimentación para el alumno. El objetivo de este entorno interactivo sería una implicación activa del estudiante, que además de la propia interacción física activará mecanismos de tipo perceptivo-visual, cognitivo, actitudinal y motivacional.

CAPÍTULO II:
PERCEPCIÓN VISUAL

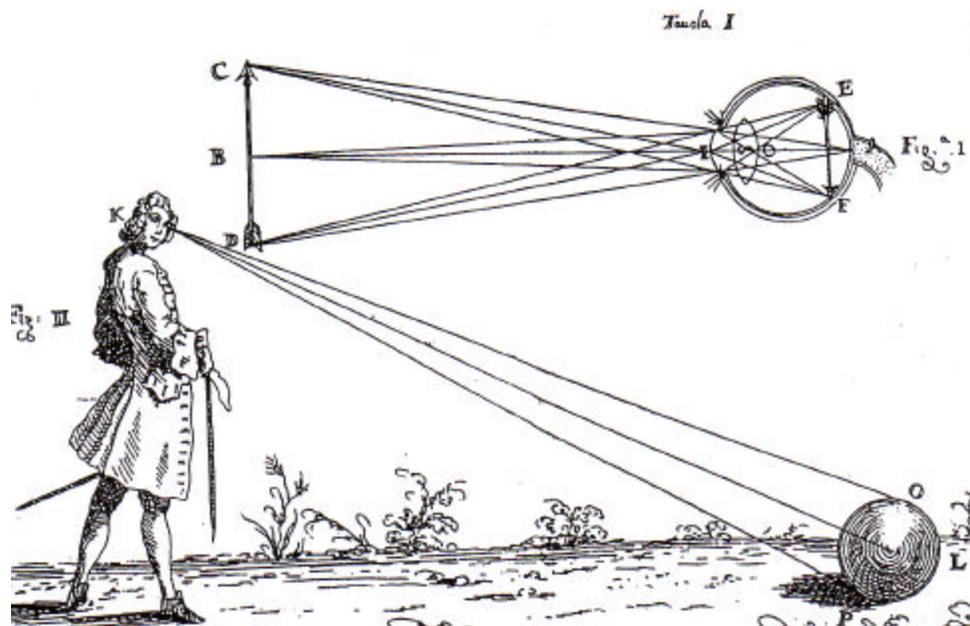
PERCEPCIÓN VISUAL

INTRODUCCIÓN

Todos tenemos la necesidad de percibir lo que nos rodea, es decir recibir a través de los sentidos las imágenes, impresiones o sensaciones externas.

Platón en el “Timeo” explicaba la experiencia de la percepción visual de la siguiente forma:¹

“ el fuego sutil que calienta el cuerpo humano fluye a través de los ojos en una suave y densa corriente de luz, de este modo se tiende un puente tangible entre el observador y la cosa observada, y por este puente los impulsos de luz que emanan del objeto, llegan al ojo y, desde allí, al alma.”



Gianfrancesco Costa. 1747. La visión como fundamento teórico de la perspectiva

¹ PLATÓN. (1992). *Diálogos. Vol.6. Filebo, Timeo, Critias / Platón*. Madrid: Gredos.

Un contemporáneo nuestro, Rudolf Arheim, se refiere a la percepción visual y más concretamente a la percepción tridimensional en estos términos:

“¿Por qué vemos o intuimos la profundidad? Es obvio que el ser humano se mueve en un espacio tridimensional, aunque la retina nos ofrezca en todo momento imágenes bidimensionales, estamos acostumbrados a interpretarlas tridimensionalmente. El concepto de profundidad va intrínseco a nuestro conocimiento del mundo y a la percepción que tenemos de los objetos.”

“Los ojos simplemente ven, es nuestro cerebro quien interpreta las formas ocultas, la distancia entre las formas, etc... Lo que vemos nos sirve para recoger información sobre lo que no vemos que normalmente es interpretado aplicando una cierta lógica de continuidad o de semejanza de lo conocido.”²

El modo en que una persona mira el mundo depende tanto de su conocimiento como de sus objetivos respecto a él, es decir, de la información que busca. Nuestra memoria inmediata sólo puede retener un número reducido de elementos no correlacionados. Por tanto, para poder recordar un gran número de elementos es preciso utilizar un almacenamiento más permanente en forma codificada (es decir, en forma abstracta, reducida o simbólica).

Nuestro cuerpo está inmerso en tres dimensiones. El cuerpo con sus movimientos utiliza cada una de las tres dimensiones. Psicólogos como Piaget han destacado la diferencia entre el espacio perceptivo (la percepción del espacio que se produce a través de los sentidos) y el espacio representativo (la imagen que tenemos del espacio cuando este está ausente).

² ARHEIM, R. (1981). *Arte y percepción visual*. Madrid. Alianza.

La percepción visual no es un registro pasivo sino que se trata de un registro activo de la mente. Las imágenes de la memoria sirven para identificar, interpretar y contribuir a la percepción. Los elementos del pensamiento en la percepción y los elementos perceptuales en el pensamiento, son complementarios y constituyen un proceso unitario. La base misma de la percepción y el comienzo de toda cognición están relacionados con la captación de conceptos abstractos básicos.

Percibir es captar los rasgos destacados de un estado de cosas dadas, pero solucionar un problema es descubrir modos de alterar relaciones, agrupaciones, etc... de tal manera que la nueva configuración produce la solución deseada.

El desarrollo de las capacidades perceptivas pueden considerarse estrechamente relacionadas con el desarrollo de la capacidad intelectual. Un acto perceptivo, como ya se ha dicho, no constituye nunca un reconocimiento pasivo del mundo externo, sino que mas bien se trata de una actividad compleja en la que el individuo capta alguna de las propiedades del objeto percibido, realizando así un proceso intelectual de discriminación y selección, de comparación y categorización.

La psicología de la percepción es una ciencia moderna que estudia cómo se organizan en nuestra mente las experiencias visuales. La organización perceptiva de la forma, las constancias perceptivas y la teoría del campo visual, corresponden a algunas de las aportaciones relevantes de la psicología hacia la clarificación de los procesos perceptivos.

Son múltiples las teorías que la psicología de la percepción aporta para clarificar y tratar de dar respuestas al proceso perceptivo y aunque ninguna llegue a dar soluciones completas a todos los problemas de la percepción, parcialmente sí aportan interesantes ideas.

TEORÍAS SOBRE LA PERCEPCIÓN

El tema de la percepción resulta lo suficientemente importante y se encuentra conectado con otros tantos procesos de la conducta humana, como para no poder obviarlos; pero, sin embargo, la aportación psicoanalítica, como la de otras líneas de investigación (psicofísica, etc...) deja mucho que desear.

Para indagar qué clases de procesos hay tras nuestras percepciones, es preciso que tengamos en cuenta las tres principales tradiciones de pensamiento que, con frecuentes conflictos entre sí, conforman las investigaciones sobre la percepción contemporánea.

Estas tradiciones son: la teoría empirista (estrechamente relacionada a la filosofía empirista), la teoría de la Gestalt (asociada a la tradición que insistía en las tendencias innatas de la mente), y la teoría del estímulo (asociada a la tradición que busca correspondencia entre las variables físicas y las sensoriales) por lo que a veces se la denomina teoría psicofísica.

1.- TEORÍA EMPIRISTA

La teoría sobre la percepción reclamó el interés de los filósofos preocupados por el problema del conocimiento o la epistemología ¿Cómo llegamos a saber algo y hasta qué punto es válido o de fiar tal saber?.

Los primeros empiristas ingleses como Hobbes, Locke y Hume sostuvieron que el conocimiento se adquiere sólo por la experiencia sensible y la asociación de ideas. La mente, cuando nacemos, es una mente en blanco, una “tabula rasa”, en la que la experiencia “escribe” sensaciones recibidas. En particular por lo que atañe a la percepción, el filósofo Berkeley defendió en 1709 que lo que la vista nos da directamente es inadecuado para la correcta percepción del mundo. Para conseguir percepciones correctas, hemos de aprender a interpretar las sensaciones visuales. Esto lo hacemos mediante un proceso de asociación. Por ejemplo, teorizando sobre la percepción de las distancias Berkeley discurría así:

“La tercera dimensión no puede ser dada directamente para la vista, puesto que la retina es sólo bidimensional. Para ver el mundo tridimensional, hemos de aprender a asociar ciertas sensaciones dadas por mirar un objeto con su distancia real entre nosotros el conocimiento de lo cual hemos de obtenerlo por otros medios.”³

Esta teoría afirmaba que si en una figura en lugar de ver un trapezoide vemos un campo de fútbol que se extiende en la distancia, se debe a que hemos aprendido a dar por sentado que las cosas son cuadradas y que las líneas son paralelas. El espacio se afirma en una idea no visual, compuesta por recuerdos, la actividad muscular y experiencias pasadas.

Considera todos los indicios de profundidad como símbolos y resultados de asociaciones aprendidas entre sensaciones visuales y recuerdos táctiles-cinestéticos particulares. Por otro lado, la Historia del Arte influenciada por la filosofía empirista arguyó que la perspectiva geométrica es un convención cultural y que no tenemos una percepción de la tercera dimensión, sino algo así como una ilusión producida por condicionamientos culturales.

³ BERKELEY, G. 1980. *Ensayo de una nueva teoría de la visión*. Buenos Aires: Aguilar.

2.- TEORÍA DE LA GESTALT

Es muy diferente el enfoque teórico que del problema de la percepción, hicieron René Descartes e Immanuel Kant en el siglo XVIII. Según Descartes la mente humana distaba mucho de ser una “tabula rasa” como fue para los empiristas británicos, sino que más bien poseía ideas innatas acerca de la forma, el tamaño y otras propiedades de los objetos.

Kant estaba explícitamente de acuerdo con la opinión empirista de que “no hay en la mente del hombre concepción alguna que no se haya primero generado en los órganos de la sensación”, como lo había escrito Hobbes en el siglo precedente. Kant sostuvo que la mente imponía su propia concepción interna del espacio y del tiempo a la información sensible que recibía. Si no tuvieramos una predisposición innata a localizar las cosas en posiciones espaciales separadas y a ordenar los eventos sucesivamente en el tiempo, ¿cómo íbamos a poder aprovecharnos en absoluto de la experiencia sensible?.

Los principios heredados de esta tradición de pensamiento fueron los psicólogos de la Gestalt durante las primeras décadas de nuestro siglo. El concepto central de esta escuela era el de la organización perceptual. Según Hochberg, la Gestalt sostiene:

“cualquier configuración del estímulo luminoso que incide en la retina del ojo produce un proceso específico en el cerebro, que se organiza en campos de causalidad globales y que varían en función de cualquier cambio en la distribución del estímulo.”⁴

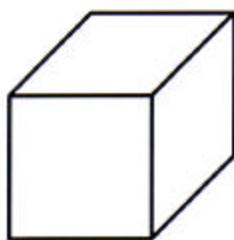
⁴ GOMBRICH, E. HOCHBERG, J. BLACK, M. 1983. *Arte, percepción y realidad*. Paidós. Barcelona.

La psicología de la Gestalt, defiende que la percepción tridimensional de ciertas imágenes en el plano es el resultado innato del poder estructurador de la percepción visual. Mientras que las sensaciones se dan lógicamente separadas y sin relación entre sí, nuestras percepciones captan todos los globales, es decir, grupos unitarios. Difícilmente se mantendrá que al conocimiento de la vida sólo experimentamos una caótica suma de sensaciones y que vamos aprendiendo a organizarlas y distinguirlas como unidades diferentes u objetos de determinadas formas y separados de un trasfondo. Es mucho más plausible pensar que el mundo perceptual está ya de entrada organizado en virtud de las leyes dadas innatamente, que rigen la formación de la unidad y la inercia de la figura sobre un fondo.

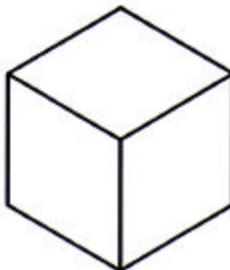
Para un teórico de la Gestalt nuestra percepción es el resultado de espontáneas interacciones cerebrales organizadas por la estimulación sensorial. En lugar de considerar la experiencia perceptiva como si fuera compuesta por sensaciones singulares, se ha preocupado por la “teoría de campo”. Cualquier estímulo que incite a la retina, produce un proceso en el cerebro que se organiza en campos de globalidad y varían en función de cualquier cambio en la distribución del estímulo. Pueden aislarse reglas particulares de organización: por ejemplo, veremos esas formas de manera más simétricas, tenderemos a ver líneas y contornos de modo más continuos posibles, tenderemos a ver las cosas más próximas entre sí estableciendo relaciones entre ellas (ley de proximidad).

Percibimos la tridimensionalidad cuando la organización del campo cerebral producida por una determinada relación de estímulos en la retina, es más simple para un objeto tridimensional que para uno bidimensional, de ahí que en la figura del hexágono veamos una figura plana y no un cubo, puesto que para ver un cubo deberíamos romper la continuación de las líneas; en el cubo la situación es a la inversa. Ejemplo: tenemos tres imágenes que podrían representar un cubo. En el primer caso la mayor parte de la gente diría que se trata de la representación de un cubo, en cambio en el segundo caso la simetría de la figura le da más fuerza a la visión

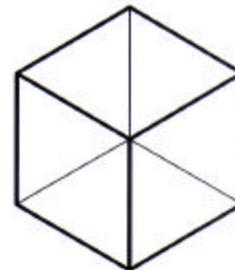
bidimensional y por supuesto, en el tercer caso resulta mucho más evidente la figura bidimensional (resulta más sencillo ver un hexágono o seis triángulos que ver la versión transparente de un cubo).



1.- cubo



2.- cubo o hexágono



3.- cubo, hexágono o seis triángulos

El principio viene a afirmar que el hecho de que una estructura se vea bi o tridimensional depende de cual sea la versión que produce la estructura más simple.

Para la teoría de la Gestalt los indicios de profundidad no son arbitrarios y no dependen de forma alguna de la información de pasadas experiencias táctiles o cinestéticas. Lo que vemos depende de las características de la organización de los campos cerebrales. Partiendo del concepto de campo visual postulan la existencia de otro campo, el cerebral, en el cual culmina el proceso perceptivo. En el cerebral es donde se producen los llamados “procesos de campo”, los cuales hacen que los objetos alcancen una *gestalt*⁵ y sean conceptualizados. Si existe una Gestalt, existirá isomorfismo entre el estímulo del campo visual y el mismo estímulo en el campo cerebral.

La producción científica de la Gestalt y sobre todo alguno de sus postulados (organización perceptiva, procesos de campo, etc.) han trascendido al mundo de la psicología, y sus conclusiones han sido en muchas ocasiones, asumidas provechosamente por disciplinas como la teoría de la información o la teoría del arte.

⁵ La palabra *gestalt* es un nombre común que en alemán quiere decir “forma”, entendida ésta no sólo como el aspecto de una cosa sino también como una estructura con una función dentro de un esquema global.

Rudolf Arnheim con sus libros, es tal vez el máximo exponente de esta concepción de la teoría del arte. En la psicología de la percepción el enfoque de la globalidad que plantea la Gestalt, cuenta en la actualidad con pocos partidarios. Las “leyes de la organización”: proximidad, agrupación, simplicidad, etc... para la composición gráfica, sí que pueden revelarse aún como indicadores para proyectar imágenes, aunque hay que señalar que éstas leyes nunca se han formulado o cuantificado de forma adecuada como reglas objetivas.

Estas son las principales teorías clásicas de la percepción. Ambas han influido en las discusiones teóricas sobre el arte y la representación tridimensional. Durante este último decenio se han producido potentes intentos de cambiar los aspectos positivos de estos dos enfoques clásicos así como la combinación de los mismos.

3.- TEORÍA PSICOFÍSICA

Las teorías empíricas y gestálticas suponen que el estímulo que el ojo recibe es inadecuado, ambiguo y pobre, y por tanto, no puede proporcionar una explicación adecuada a nuestra percepción. En cambio los investigadores que trabajan dentro de la tradición psicofísica, también llamada teoría del estímulo, sostienen que toda la información necesaria para explicar nuestra percepción se halla en el entorno, esperando ser aceptada por el ojo del observador. Para cada tipo de color, forma, tamaño, relieve, movimiento o cualquier otra, hay un único estímulo o tipo de información. No hay pues necesidad de postular por mecanismos tales como la inferencia inconsciente (enfoque empirista) o la espontánea interacción nerviosa para explicar la percepción (enfoque de la Gestalt) sino bajo un enfoque físico-psíquico. Está claro que los estímulos que recibimos son integrantes de las imágenes mentales, que nuestros cerebros crean. Nuestra

percepción del color está basada en las diferentes longitudes de onda de la luz, nuestra percepción de la altura tonal se basa en la frecuencia de la vibración del sonido. Nuestra percepción de la intensidad luminosa en la magnitud de las ondas lumínicas y así sucesivamente.

El programa de los investigadores psicológicos del siglo XIX, a quienes a menudo se les atribuye el mérito de haber fundado la psicología científica, trataron de correlacionar las sensaciones subjetivas con los estímulos físicos.

Fue a comienzos de 1940, cuando James J. Gibson y sus colaboradores empezaron a sugerir estímulos correlativos para muchos de esos eventos y propiedades que anteriormente se habían resistido a las investigaciones psicológicas. Gibson argumentó que percepciones tales como la profundidad de campo y la constancia del tamaño de las cosas en características del estímulo más abstractas que las de los anteriores investigadores psicofísicos. Gibson propone un nuevo fundamento en la teoría de la percepción visual. Acierta al subrayar que la evolución no nos dotó de los ojos para contemplar formas polivalentes a través de mirillas o cristales de ventana.

Normalmente deambulamos por el mundo “cartografiando” nuestro entorno a través de una serie de continuas lecturas de aspectos cambiantes, a lo que él llama elementos invariables. Desde este punto de vista, la geometría del cono visual es mucho menos relevante para la percepción que los aspectos cambiantes de las formas en movimiento, que nos proporcionan la información sobre los elementos invariantes del mundo externo que podamos necesitar.

La insistencia de Gibson en la percepción de los invariantes de nuestro entorno, interesa al estudio de la representación porque ayuda a explicar por qué la mayor parte de los estilos pictóricos del pasado contienen un elemento tan fuerte de “cartografía” o registro perceptual. La perspectiva hay que entenderla y aprenderla, no puede describirse sólo con la vista y

parece como si el tamaño aparente de las formas, o del que hablan los profesores de perspectiva, no fuera mas que un mito. Ya sabemos lo vulnerable que sería un panorama desde un punto de vista fijo, es el tipo de movimientos que Gibson considera indispensable para la percepción; como ya hemos dicho anteriormente, basta cambiar la posición para que se altere la imagen.

El iniciador de la teoría psicofísica fue James J. Gibson, pero su discípulo Neisser fue quien la completó. Para ambos autores, todo organismo viene equipado desde el punto de vista biológico con los elementos imprescindibles para subsistir; consecuentemente, el organismo percibe aquello que puede aprender y le es necesario para sobrevivir.

Villafañe⁶ resume las bases de la teoría psicofísica en los siguientes puntos:

- 1.- la sensación de espacialidad viene dada elementalmente por un marco visual, el cual implica, al menos, dos elementos: una superficie y un límite.
- 2.- Algunas propiedades de la realidad espacial vienen indicadas – codificadas- en la imagen retiniana de dicho estímulo, de tal forma, de alguna de ellas, como por ejemplo las “superficies” están representadas por una imagen retiniana texturada; las “distancias”, por pequeños cambios a lo largo del eje de dicha imagen en la retina, etc...
- 3.- Esta variable del estímulo que indica una realidad espacial no es más que un correlato de la misma y no necesita ser una réplica exacta de esa propiedad. Este postulado es evidente y la prueba la tenemos en la percepción estereoscópica, donde la bidimensionalidad de la retina impide la captación de volúmenes.

⁶ Villafañe, J. *Introducción a la teoría de la imagen*. Pirámide. Madrid. 1987

- 4.- La falta de homogeneidad y las variaciones de la retina pueden analizarse en función de algunas leyes matemáticas como las progresiones numéricas (si se dobla la distancia de un objeto al ojo, el tamaño de la imagen retiniana se reduce a la mitad).
- 5.- Existen dos tipos de percepción; una general y otra cualificada, selectiva que capta el mundo visual significativo; Gibson las llama percepción "literal" y "esquemática". La percepción general o literal supone la captación de un mundo amalgamado de colores, texturas, superficies, etc... mientras que la cualificada o esquemática es discriminatoria y se llega a ella a partir de una selección de la percepción general.

LOS SENTIDOS Y LA PERCEPCIÓN DEL ESPACIO

Por supuesto que la vista es muy importante pero no debemos olvidar la información que, sobre el espacio, percibimos a través de otros sentidos:

- Tacto: cumple una misión de evidencia. Es decir nos certifica de tal modo acerca de las dimensiones espaciales que bien podemos decir epistemológicamente hablando que es un sentido que nos da el criterio último de certeza en torno a las dimensiones espaciales. Algunos autores casi omiten tratarlo como sentido implicado en la percepción del espacio.

Sobre la importancia del sentido del tacto, Montagu cita la obra que en 1794 Erasmo Darwin publicó sobre "zoonomia", en la que decía:

"Las primeras ideas que forja nuestra mente, se refieren al sentido del tacto: muchos órganos sensoriales no abarcan sino una porción

muy limitada del cuerpo, tal es el caso de la nariz, del oído y del ojo, mientras que el sentido del tacto está diseminado por toda la piel, si bien posee un grado de discriminación más exquisito en las yemas de los dedos y en los labios⁷

Los niños utilizan de igual manera las manos que la boca en la percepción de los objetos.

- Oído: cumple una misión muy compleja en la información del espacio. Los fenómenos de dirección de los sonidos percibidos por uno u otro oído, las diferencias de intensidad que perciben uno u otro oído, el eco, etc... son toda una serie de datos muy relacionados con el sentido del equilibrio. Añádase el efecto Doppler que consiste en darnos información de la aproximación o alejamiento de un móvil hacia nosotros. Es posible predecir con exactitud la velocidad con la que se aproxima o aleja un móvil conociendo la longitud de onda de su frecuencia emitida. La experiencia diaria nos suministra constantemente información acerca de la percepción del movimiento de los vehículos y por tanto del espacio interpuesto.

- Vista: es el que ejerce la más amplia detallada y compleja función en la percepción del espacio. El hecho de que tengamos dos ojos nos permite percibir la profundidad o relieve de los objetos. Sabemos que el sentido de la vista es el que suministra mayor información del mundo exterior. Debemos considerar además la ventaja de que no es necesario poner el cuerpo en contacto directo con los objetos, como ocurre con otros sentidos.

⁷ MONTAGU, A. (1981). *El sentido del tacto*. Madrid: Aguilar.

Según Zunzunegui no todos los sentidos tienen la misma importancia en el conocimiento de nuestro entorno:

“...más del 80 % específicamente a través del mecanismo de la percepción visual.”⁸

Irvin Rock define el proceso de la percepción visual de la siguiente manera:

“Los patrones de luz reflejan los objetos exteriores y provocan descargas nerviosas de los densos empaquetamientos celulares que hay en la retina; las “señales” nerviosas se transmiten a través de varias estaciones repetidoras, hasta la corteza visual. Sabemos también gracias a descubrimientos recientes, que los ojos se hallan de continuo en un estado de muy rápida oscilación y que este movimiento es de crucial importancia para una visión, pues a él se debe que la imagen cambie sin cesar en la retina. Hoy se sabe también que la estimulación lumínica de regiones correspondientes de las dos retinas transmite señales a una región de un hemisferio cerebral y produce la unicidad de la visión, y que la estimulación de regiones ligeramente no correspondientes produce la percepción de profundidad.”⁹

Las repercusiones psicológicas de las percepciones espaciales son muchas y muy estudiadas: acerca de la dirección visual, acerca de la perspectiva estereográfica, acerca de deformaciones subjetivas en la percepción visual. No es el interés de esta tesis detenernos en más detalles. Los amplísimos estudios que se han efectuado acerca del maravilloso y complejo mundo de la percepción del espacio a través de los sentidos y del aparato nervioso de nuestro organismo, constituyen una importante adquisición para la ciencia. Estos estudios sobre la percepción del espacio, viene a ser como la fuente de información o la infraestructura del factor espacial de la inteligencia.

⁸ ZUNZUNEGUI DIEZ, S. 1992. *Pensar la imagen*. Madrid. Cátedra.

⁹ ROCK, I. 1985. *La percepción*. Barcelona. Labor.

Sabemos que el factor espacial y los sistemas de representación están muy relacionados, por tanto, esta es una importante razón por la que los docentes debemos luchar contra el prejuicio muy extendido de que la plástica y el dibujo son actividades pertenecientes a un nivel inferior, se consideran un trabajo manual, cuando sabemos que en ellas se desarrollan facultades superiores del intelecto.

LA VISIÓN SELECTIVA

Para comprender el funcionamiento de los sentidos de manera adecuada, es necesario tener en cuenta que no surgieron como instrumentos de la cognición por la cognición misma, sino que evolucionaron como auxiliares biológicos de la supervivencia. Desde su origen apuntaron a esos rasgos del medio que señalaban la diferencia entre facilitación y el impedimento de la vida y se concentraron en ellos. Esto significa que la percepción tiene fines y es selectiva. La visión se experimenta como una ocupación sumamente activa.

Rudolf Arnheim lo interpreta de la siguiente manera:

“Unos pocos rasgos salientes no sólo determinan la identidad de un objeto percibido, sino que además hacen que se nos aparezcan como un sistema propio e integrado. Esto es cierto no sólo en nuestra imagen del objeto como totalidad, sino que también de cualquier parte concreta en que se centre nuestra atención.”

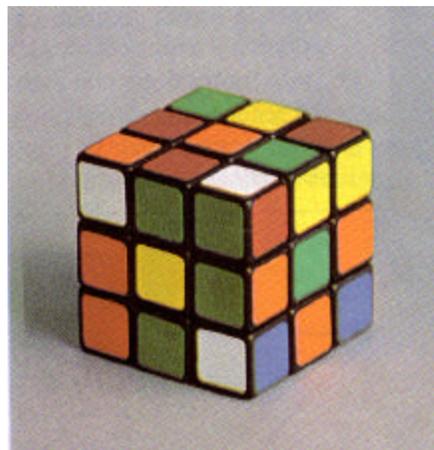
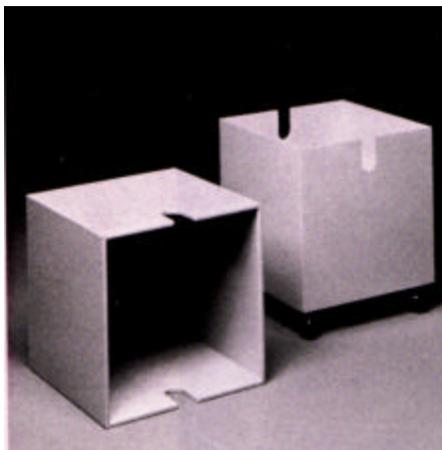
Y continúa:

“Cuando lo observado carece de esa integridad, es decir, cuando se lo ve como un conglomerado de piezas, entonces los detalles pierden su significado y el conjunto se torna irreconocible”¹⁰

¹⁰ ARNHEIM, R. 1981. *Arte y percepción visual*. Madrid: Alianza.

La selectividad activa constituye un rasgo básico de la visión, como lo es también de la capacidad intelectual. Dado que la visión aguda se limita a un área estrecha, en el marco total del campo dado, facilita la concentración inteligente en algún tema interesante y el olvido del resto, fuera del foco de atención. El juego recíproco entre la estructura del campo dado y las exigencias de las necesidades e intereses del observador, es característico de la psicología de la atención, al escribir sobre ésta, William James sugiere lo contrario cuando afirma que, sin interés selectivo, la experiencia sería un completo caos.

En la percepción de la forma se dan los comienzos de la formación de conceptos. La percepción de la forma es la captación de los rasgos estructurales que están en el material estimulante, solo rara vez coincide este material exactamente con las formas que adquiere en la percepción. Por ejemplo: la mayor parte de las cosas que vemos cúbicas no incorporan el concepto abstracto de cubo literalmente, pero si hay aproximaciones.



Para dar cuenta de la complejidad y flexibilidad de la percepción de la forma, parece preferible suponer que las operaciones decisivas se cumplen mediante procesos de campo desarrollados en el cerebro, que organizan el material estimulante de acuerdo con la configuración más simple que sea compatible con él. Por lo que podremos deducir, que hay un registro de conceptos visuales mas que un registro de elementos aislados; por ejemplo, la percepción de objetos cúbicos nos permite la formación del concepto cubo.

El observador, por tanto, en la actividad de la percepción sí va configurando un concepto visual o una categoría visual que aplicará a todos aquellos estímulos de una forma parecida. No estamos sugiriendo que el cerebro contenga un juego de formas preestablecidas, transmitidas hereditariamente y que se aplican al estímulo que se recibe. Pero sí se sabe que existen respuestas innatas a ciertas formas, colores o movimientos, que regulan gran parte del comportamiento instintivo.

Las pautas de forma percibidas de este modo, tienen dos propiedades que las capacitan para desempeñar el papel de conceptos visuales: poseen generalidad y son fácilmente identificables. Hablando con rigor, ningún concepto se refiere nunca a una forma única e individual; para que resulte útil, la percepción debe instruir sobre las clases de las cosas, de otro modo los individuos no podríamos obtener beneficio de la experiencia (la percepción de la forma opera al elevado nivel cognoscitivo de la formación de conceptos). La organización visual no se limita a lo que ve, sino que incorpora extensiones invisibles como partes de lo visible. Los objetos que se perciben a menudo tridimensionalmente complejos de los que sólo vemos una parte, el observador tiende a completar lo que no se ve por un conocimiento del objeto.

CAPÍTULO III:
DESARROLLO DEL FACTOR ESPACIAL DE LA INTELIGENCIA

DESARROLLO DEL FACTOR ESPACIAL DE LA INTELIGENCIA

INTRODUCCIÓN

Las artes plásticas, como toda actividad educativa, contribuyen a desarrollar capacidades y actitudes en la persona que se educa. De las cuatro dimensiones fundamentales que articulan la capacidad intelectual: razonamiento abstracto, numérico, verbal y espacial; deberíamos destacar la vinculación que existe entre las artes plásticas y la capacidad espacial y su influencia en el razonamiento abstracto.

Los alumnos, en nuestras materias, no sólo forman conocimientos concretos sino que adquieren sistemas para recibir información y transformarla. Más que los conocimientos concretos que posee un alumno lo que le capacita para aprender son las formas de abordar los problemas de que dispone.

En realidad, entender los mecanismos de aprendizaje requiere conocer el estado en el que se encuentra el sujeto, es decir, cómo va a ser capaz de recibir ese nuevo conocimiento a partir de su situación anterior. Tenemos que tener en cuenta que la diferencia fundamental entre un adolescente y un adulto respecto al aprendizaje es que los adultos construyen nuevos conocimientos sin necesidad de que se modifiquen sus estructuras intelectuales, mientras que un niño o un adolescente están formando al mismo tiempo su inteligencia.

En el sistema de Piaget sobre el desarrollo del pensamiento lógico se concede una importancia primordial a la lógica aplicada a los fenómenos físicos, haciendo una diferenciación según etapas de desarrollo:

“La lógica del adolescente es un sistema complejo pero coherente que es relativamente diferente de la lógica infantil y constituye la esencia de la lógica de los adultos con cultura.”¹

Durante la primera parte de su vida el trabajo fundamental de un individuo es construir estructuras intelectuales, y el trabajo escolar contribuye de una forma importante a esa labor. El objetivo de la educación no puede ser simplemente el de transmitir un conjunto de habilidades, sino que tiene que contribuir al desarrollo. Así al alumno le enseñaremos muchos contenidos como pueden ser datos históricos de interés, nombres de ríos, etc...; pero también tenemos que ayudarle a desarrollar la lógica, las nociones de número, espacio o tiempo.

Hoy nuestros conocimientos sobre los procesos de desarrollo y la formación de conocimientos en el individuo hacen posible adoptar una estrategia inversa. Tratamos sobre todo de desarrollar la mente, pues ello permitirá aprender las cosas con menos dificultad. Pero además un buen desarrollo intelectual permite comprender mejor el mundo, tanto el mundo físico como el mundo social, y ello hace a los individuos más libres.

Hay probablemente diferencias de capacidad entre unos individuos y otros en el nacimiento. Pero las capacidades intelectuales pensamos que también pueden adquirirse y un medio favorable contribuye a hacer personas mejor dotadas. Un método educativo adecuado, por ejemplo, facilita el desarrollo, es decir, coincide con las necesidades del individuo y no le limita sino que le ayuda a avanzar. Una enseñanza basada en el desarrollo es una enseñanza que tiene en cuenta la diversificación y que construye el conocimiento a partir de conocimientos previos.

¹ PIAGET, J. y FRAISE, O. 1973. *La percepción*. Buenos Aires: Paidós.

TIPOS DE INTELIGENCIA

Igual que hay muchos tipos de problemas que resolver, también hay muchos tipos de inteligencia, Howard Gardner² y su equipo de la universidad de Harvard nos hablan de ocho:

- Inteligencia *lógica-matemática* la que utilizamos para resolver problemas de lógica y matemáticas. Es la inteligencia que tienen los científicos. Se corresponde con el modo de pensamiento lógico y con lo que nuestra cultura ha considerado siempre la única inteligencia. Importante para científicos, matemáticos, ingenieros, analistas de sistemas, etc...

- Inteligencia *lingüística* es la capacidad para usar las palabras de una forma efectiva, en lenguaje oral o escrito. Incluye la habilidad en el uso de la sintaxis, la fonética, la semántica y los usos pragmáticos del lenguaje. Importante para escritores, poetas, periodistas, oradores, etc...

- Inteligencia *musical* es la capacidad de percibir, discriminar, transformar y expresar los elementos que componen el lenguaje musical. Incluye la sensibilidad al ritmo, al tono y al timbre. Es importante en compositores, directores de orquesta, músicos, etc...

² GARDNER, H. 1995. *Inteligencias Múltiples*. Barcelona: Paidós.

- Inteligencia *corporal-cinestética* es la capacidad de usar el cuerpo para realizar actividades o para expresar ideas y sentimientos e incluye el uso de las manos para transformar elementos. Incluye habilidades de coordinación, destreza, equilibrio, flexibilidad, fuerza y velocidad, así como la capacidad cinestética y al percepción de medidas y volúmenes. Importante para artesanos, atletas, bailarines, etc...
- Inteligencia *interpersonal* : es la capacidad de entender a los demás e interactuar eficazmente con ellos. Incluye la sensibilidad a expresiones faciales, la voz, los gestos y posturas y la habilidad para responder. Importante en comerciales, políticos, negociadores, etc...
- Inteligencia *intrapersonal* es la capacidad de construir una percepción precisa de nosotros mismos y de organizar y dirigir nuestra propia vida. Incluye la autodisciplina, la autocomprensión y la autoestima. Importante en teólogos, filósofos y psicólogos. La inteligencia interpersonal y la intrapersonal conforman lo que llamamos la inteligencia emocional.
- Inteligencia *naturalista* es la capacidad de distinguir, clasificar y utilizar elementos del medio ambiente, objetos, animales o plantas tanto del ambiente urbano como suburbano o rural. Incluye las habilidades de observación, experimentación y reflexión de nuestro entorno.
- Inteligencia *espacial* es la capacidad de pensar en tres dimensiones. Permite percibir imágenes externas e internas, recrearlas, transformarlas o modificarlas, recorrer el espacio o hacer que los objetos lo recorran y producir o decodificar información gráfica. Importante en pilotos, escultores, pintores, arquitectos, etc...

La mayoría de los individuos tenemos la totalidad de este espectro de inteligencias. Las combinamos y las usamos en diferentes grados dependiendo de nuestras necesidades o intereses personales, pero todas ellas favorecen el desarrollo integral del individuo. Un ingeniero necesita una inteligencia espacial desarrollada, pero también necesita de todas las demás como la lógico-matemática, la interpersonal, etc...

El problema es que nuestro sistema escolar no trata por igual el desarrollo de todas las inteligencias. La inteligencia lógico-matemática y la lingüística parecen ser únicas haciendo casi desaparecer cualquier posibilidad para los alumnos de desarrollar el resto. Como pone de manifiesto Sperry:

“la cuestión principal es que parecen existir dos modos de pensar y percibir: el verbal y el no verbal, representados respectivamente por el hemisferio izquierdo y el derecho, y que nuestro sistema educativo, así como la ciencia en general, tiende a despreciar la forma no verbal del intelecto. El resultado es que la sociedad moderna manifiesta una discriminación en contra del hemisferio derecho.”

Y continúa:

“los datos indican que el hemisferio no verbal está especializado en la percepción global, sintetizando la información que le llega. El hemisferio verbal y dominante, por su parte parece funcionar de un modo más lógico y analítico.”³

De este tema sabemos mucho los profesores de las enseñanzas artísticas que llevamos años intentando convencer a la sociedad de la importancia que para la formación integral de los alumnos tienen nuestras

³ BOUTENS VAN UDEN, H. *La percepción táctil y la expresión plástica tridimensional como fundamento del currículum artístico del Bachillerato. Madrid. Tesis de la UCM.*

materias. Son muchos los estudios que demuestran la relación existente entre el dibujo técnico y artístico y el desarrollo de capacidades intelectuales. El problema no está en los alumnos, a los que en general les suele gustar nuestra materia; son los padres quienes influyen en los hijos favoreciendo algunas materias consideradas más “serias”. A lo largo de nuestra experiencia docente hemos encontrado que los grupos que eligen nuestra materia son los de peor expediente académico; esto no sería un problema si los grupos estuvieran formados por un número de alumnos con los que se pudiera trabajar. Como se considera que en nuestras materias los alumnos no plantean ningún problema, los grupos en general son numerosos con lo que resulta muy complicado una atención personalizada.

En este sentido Sánchez Méndez publicaba:

“Potenciar los factores espaciales sería una condición obligada para conseguir razonamientos más exactos y acertados (convergentes) o más variados y originales (divergentes). Muchas generaciones han recibido una formación abundante en cuanto al factor verbal se refiere, pero nula en el espacial “no saben pensar” se ha dicho en muchas ocasiones, cuando lo exacto hubiera sido decir “no pueden pensar” porque les exigimos un “razonamiento correcto” parcial o incompleto, pero no integral, a la vez que olvidamos potenciar uno de los factores fundamentales de las operaciones mentales: el factor espacial.”⁴

⁴ SÁNCHEZ MÉNDEZ, Manuel. (2000). “El factor espacial en el moderno concepto de la inteligencia en los procesos mentales y su relación con la expresión plástica”. *Arte, Individuo y Sociedad*. Nº 12. Madrid: UCM.

MODIFICABILIDAD DE LA INTELIGENCIA

El mundo actual es sumamente complejo. Sobrevivir en él requiere el desarrollo de un gran número de aptitudes y habilidades, cada vez más sofisticadas. Como dice Juan Delval:

“la plena integración en la sociedad occidental, exige el pensamiento formal..., que libera al individuo de lo inmediato, dándole la posibilidad mucho mayor de actuar sobre los datos que posee y de manejar más datos.”

“...las capacidades adquiridas en el periodo concreto, permiten desenvolverse bien en un mundo estable y relativamente sencillo, como es el de las sociedades tradicionales. Sin embargo, para vivir y defenderse en un mundo que cambia rápidamente, en el que es necesario manejar continuamente mucha información, las capacidades concretas son insuficientes.”⁵

Howard Gardner define la inteligencia como:

“la capacidad de resolver problemas o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas.”⁶

Gardner define la inteligencia como una capacidad. Hasta hace poco tiempo la inteligencia se consideraba algo inamovible. Se nacía inteligente o no, y la educación no podía cambiar este hecho. Tanto es así que en épocas cercanas a los deficientes psíquicos no se les daba la educación que merecían por que se consideraba una tarea inútil.

⁵ DELVAL, J. 1991. *Aprender a aprender*. Madrid. Alhambra. Longman.

⁶ GARDNER, H. (1995). *Inteligencias Múltiples*. Barcelona. Paidós.

Al definir la inteligencia como una capacidad Gardner la convierte en una destreza que se puede desarrollar, sin negar el componente genético. Todos nacemos con unas potencialidades marcadas por la genética. Pero esas potencialidades se van a desarrollar de una manera o de otra dependiendo del medio ambiente, nuestras experiencias, la educación recibida, etc...

La modificabilidad de la inteligencia es un hecho constatado empíricamente, aunque existen muchas y numerosas discusiones sobre el tema. Frente a las teorías más genético-fixistas, de contenido más pesimista, hoy se vive un cierto optimismo, al creer en el desarrollo potencial de la inteligencia.

En los últimos años se ha estudiado desde perspectivas diferentes la modificación intencional de la inteligencia y numerosos trabajos avalan esta orientación. (Whimbey y Shaw, 1976; Feuerstein, 1980; Yela, 1981; Pinillos, 1981; Detterman y Sternberg, 1982; Mayor, 1985;etc...). La modificabilidad intelectual es defendida sobre todo, por las teorías del procesamiento de la información: teoría de los parámetros modales de Detterman (1982), teorías de los procesos de Hunt (1973), teoría triárquica de Sternberg (1984) y también por la teoría del interaccionismo social de Feuerstein (1980). Y ello en una línea de profundización de las ideas de Hebb (1949), inteligencia genotípica y fenotípica; de Vernon (1969) que además habla de conductas inteligentes aprendidas; de Catell (1971) que divide la inteligencia en fluída y cristalizada; de Vigotsky (1934) que defiende la zona de desarrollo potencial en un marco socio-histórico, donde el aprendizaje acelera el desarrollo.

Todas ellas apoyan directamente la modificabilidad cognoscitiva. Las primeras al insistir sobre los procesos a modificar y su estructura, en forma de componentes básicos capaces de ser procesados. Las segundas se apoyan en tesis ambientalistas capaces de desarrollar el C.I. por medio del aprendizaje social.

Las características más destacables del diseño del programa informático son la ejecución individualizada, la secuenciación de los ejercicios según nivel progresivo de dificultad, valoración más del proceso que el producto final y la motivación con tareas novedosas que potencian la superación personal. En todo momento tuvimos presentes las siguientes premisas:

- La inteligencia es un conjunto de capacidades.
- La didáctica es intervención para desarrollar capacidades.
- La inteligencia como conjunto de capacidades es modificable.
- El aprendizaje cognitivo modifica capacidades.
- La intervención cognitiva mejora el autoconcepto académico.
- La motivación intrínseca impulsa el aprendizaje autónomo.

CAPÍTULO IV:
L.O.G.S.E. LA EDUCACIÓN PLÁSTICA Y VISUAL

EL FACTOR ESPACIAL DE LA INTELIGENCIA

El factor espacial de la inteligencia es fundamental en el pensamiento científico y tecnológico, así lo confirma Gardner al afirmar:

“La contribución de la inteligencia espacial a las ciencias desde luego es patente. Einstein tenía un conjunto de capacidades especialmente bien desarrolladas. Como Russell, Einstein quedó fascinado cuando leyó a Euclides, y fue atraído con fuerza a las formas visuales y espaciales y su correspondencia: “Sus intuiciones estaban profundamente arraigadas en la geometría clásica. Su mente era muy visual. Pensaba en términos de imágenes: experimentos del pensamiento, o experimentos realizados en la mente”. Incluso se puede conjeturar que sus perspicacias fundamentales se derivaban de modelos espaciales más que de una línea de razonamiento puramente matemática.”⁷

Desde Spearman hasta nuestros días, la teoría de que la inteligencia humana comprende una serie de factores de inteligencia; no ha hecho más que confirmarse y enriquecerse. Incluso en el campo espacial se han podido individualizar toda una serie de subfactores espaciales. Podemos señalar en primer lugar, la presencia de un factor general espacial que representa la aptitud general para resolver inteligentemente problemas espaciales cinéticos. Este factor general comprende dos grandes subfactores:

- Factor de visualización espacial o aptitud para manejar mentalmente imágenes o figuras bien sea manteniendo su estructura interna (como sucede cuando se mueven o rotan), bien sea modificando la estructura interna de esas imágenes o figuras (como sucede cuando se trata de descomponer esa figura o desarrollar alguna de sus partes).

⁷ GARDNER, Howard. (1987). *Arte, mente y cerebro. Una aproximación cognitiva a la creatividad*. Barcelona. Paidós.

- Factor de relaciones espaciales. Es un factor sumamente complejo según Mariano Yela⁸ formado por cuatro subfactores espaciales:
 - A.- Topológico: aptitud para percibir e interpretar patrones espacialmente ordenados.
 - B.- Cibernético: aptitud para controlar activamente las respuestas psicomotoras espacialmente ordenadas.
 - C.- Orientación espacial: aptitud para orientarse en el espacio.
 - D.- Cinestético: aptitud para sentir o imaginar el movimiento del propio cuerpo.

La observación de la realidad y la utilización de la geometría descriptiva, con el dominio de los sistemas de representación, tienen una relación directa con el desarrollo del factor espacial de inteligencia. Cuanto mayor sea la cantidad de conocimientos que se adquieren sobre los sistemas de representación, siempre que sea de forma razonada, mayor será el desarrollo del factor espacial de la inteligencia.

Sería deseable que nos planteáramos, en la enseñanza de la Geometría Descriptiva, aquello que sea útil para el futuro de los alumnos: razonar correctamente, representar, abstraer, relacionar, clasificar y resolver son claves fundamentales en la enseñanza de esta disciplina. Existen una serie de objetivos que todo alumno debería alcanzar tras su formación mínima obligatoria: tener una cultura mínima sobre los sistemas de representación con visión interdisciplinar, aplicar dichos conocimientos para modelizar, crear o resolver problemas de la vida cotidiana, usar diferentes lenguajes y representaciones, etc...

⁸ YELA, M. (1983). *La inteligencia, la percepción y otros estudios psicológicos*. Barcelona: Anthropos

En las diferentes materias relacionadas con las artes plásticas el alumno necesita recurrir a procedimientos que le permitan representar espacios, volúmenes y profundidad; a imaginar un mismo objeto desde diferentes puntos de vista, a percibir conceptos de paralelismo, perpendicularidad, distancias, etc... Todas estas operaciones ayudan a desarrollar el factor espacial de la inteligencia.

A lo largo de la E.S.O. en la asignatura de Educación Plástica y Visual y en algunos Bachilleratos en los que se cursa la asignatura de Dibujo Técnico, el alumno debe ejercitarse poco a poco en el dominio del espacio tridimensional y los sistemas de representación como lenguaje que nos permite su plasmación sobre el plano bidimensional. Los conocimientos que se adquieran de Geometría Descriptiva, como lenguaje universal, les van a permitir representar e interpretar cualquier dibujo técnico de cualquier parte del mundo. Pero es que además les permite observar, comparar, conjeturar, imaginar, crear, generalizar y deducir; favoreciendo con ello, el factor espacial de la inteligencia. Todo esto puede ayudar al alumno a estimular y ejercitar habilidades de pensamiento, estrategias de resolución de problemas, a aprender a descubrir relaciones por ellos mismos que le permitirán aportar soluciones a problemas espaciales; favoreciendo el desarrollo de la capacidad de visualización de la que ya hemos hablado.

El desarrollo del factor espacial de la inteligencia no se realiza de una forma esporádica, es necesario recorrer un camino que comienza en un nivel intuitivo y que va progresando sucesivamente a través de un nivel experimental, un nivel teórico y un nivel axiomático. Los ordenadores pueden ser instrumentos que nos ayudan a progresar en este camino, potenciando la experimentación, la simulación o la visualización como proceso para la comprensión y descubrimiento de las relaciones espaciales.

La visualización es un proceso muy presente en el aprendizaje de los sistemas de representación. Se pueden construir modelos visuales que describen buena parte de las estructuras geométricas tridimensionales. La aparición de los ordenadores en las aulas ha motivado el creciente interés por el desarrollo de la capacidad visual y está comprobado que existe una influencia de las representaciones visuales tanto sobre una mayor comprensión de los sistemas de representación como sobre la visualización mental espacial.

A partir de un conjunto de propuestas curriculares podemos potenciar nuestra percepción y representación espacial de forma diferente a la que normalmente utilizamos y completar aspectos que no se trabajan mediante las propuestas usuales. Tradicionalmente se estudian los cuerpos geométricos manipulándolos manualmente, o a través de los sistemas de representación axonométrico y diédrico. La propuesta a través de los programas de ordenador es un trabajo sobre todo mental y de manipulación en un espacio virtual por parte del alumno. La visualización implica tener una visión intuitiva muy clara de los elementos y las relaciones espaciales que forman el planteamiento tridimensional objeto de estudio, muy diferente de la que obtenemos con la construcción manual o con el dibujo.

Para Bishop: “la geometría es la matemática del espacio” y es a través del espacio físico y de los objetos que en él se encuentran por donde el alumno ha de acceder a las captaciones más abstractas de esta materia. El pensamiento geométrico puede tomar al espacio físico como punto inicial del conocimiento pero ha de avanzar hacia el establecimiento de imágenes, relaciones y razonamientos manejables mentalmente.

La enseñanza de la geometría descriptiva debemos orientarla al desarrollo de habilidades específicas. El sentido del espacio, y más concretamente el geométrico, se inicia en las personas con la experiencia directa con los objetos del espacio circundante para enriquecerse a través de actividades de construcción, dibujo, medida, visualización, comparación,

transformación, discusión de ideas, conjetura y comprobación de hipótesis, facilitando al alumno el acceso a la estructura lógica y modos de demostración.

El factor espacial de la inteligencia es muy importante para artistas, escultores, arquitectos, etc... Para un inventor por ejemplo, es interesante visualizar los inventos antes de plasmarlos en el papel. La inteligencia visual-espacial no solamente es útil para los artistas, también se utiliza en materias como geografía, matemáticas, ciencias, etc...

Los alumnos que tienen desarrollada esta capacidad, obtienen buenos resultados en aquellas materias cuyos contenidos se presentan con materiales visuales como: esquemas, gráficos, modelos, dibujos, fotografías, animaciones, vídeos, etc... Les resulta más fácil además todo lo implique percepción, cambio o transformación de figuras y elementos en el espacio y tienden a expresarse mediante un lenguaje gráfico y visual.

L.O.G.S.E. LA EDUCACIÓN PLÁSTICA Y VISUAL

INTRODUCCIÓN

El real Decreto 1007/91, de 14 de junio, ha establecido los aspectos básicos o enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria en términos sumamente amplios y flexibles, que permanecen tales en el Real Decreto 1345/91, de 6 de setiembre, por el que el Ministerio de Educación y Ciencia ha establecido el currículum oficial en el ámbito territorial de su competencia. De acuerdo con ese carácter abierto y flexible, los objetivos, contenidos y criterios de evaluación para cada una de las áreas son fijados únicamente para la totalidad de la etapa y al término de la misma.

La LOGSE considera como principio fundamental de la enseñanza, que el aprendizaje no se debe basar en adquirir demasiados conceptos teóricos, sino que hay que preocuparse más de desarrollar capacidades, aptitudes y hábitos, despertando en ellos el espíritu creador y creando mecanismos de autoaprendizaje. Es tan grande el proceso de cambio de nuestra cultura que los conocimientos que hoy se consideran muy importantes, dentro de unos años posiblemente no lo sean tanto y los alumnos tendrán que saber enfrentarse en el futuro a nuevas situaciones personales y profesionales. Parece por lo tanto lógico que el desarrollo de las cualidades y capacidades sea prioritario para cualquier profesor.

“...Para qué sirve una escuela, sino para preparar individuos capaces de enfrentarse con el mundo del futuro próximo, una educación que informe sobre lo pasado, les sitúe en el presente, y les proyecte hacia el futuro” “...Adaptar el programa a los individuos y no a la inversa...”¹

¹ MUNARI, B.1993. “*Diseño y Comunicación visual*”. Barcelona. Gustavo Gili.

Los alumnos están construyendo sus estructuras intelectuales y la tarea fundamental de la enseñanza es contribuir a la formación de éstas. Debemos conocer no sólo la etapa sobre la que estamos trabajando, es fundamental conocer las anteriores y las posteriores. Cuando se nos plantean problemas difíciles, tendremos presente las etapas anteriores con el fin de poder ayudar al alumno en su proceso continuo de desarrollo.

Los profesores debemos favorecer el desarrollo psicológico del alumno. Muchos autores consideran fundamental y recomiendan que cuestiones como la motivación, el proceso de aprendizaje y la naturaleza de la inteligencia y su desarrollo debemos tenerlas en cuenta. La mayoría de los estudios en educación se basan más en cómo es y debe ser el aprendizaje que en las metas a obtener.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ALUMNOS DE LA E.S.O.

Como ya hemos dicho, a los profesores nos interesa tanto los mecanismos del desarrollo como los del aprendizaje. Muchos de nuestros conocimientos actuales sobre el desarrollo psicológico tienen su origen en las investigaciones de Jean Piaget. El alcance y validez de sus planteamientos, la metodología que utilizaba, etc... ha sufrido con el tiempo, diferentes críticas. Sin embargo existen una serie de aportaciones fundamentales que constituyen un núcleo irrenunciable para explicar el desarrollo de los procesos cognitivos, su teoría ha sido fuente de numerosas aportaciones a la Psicología de la Educación.

Los alumnos de la E.S.O. se encuentran en unas edades que corresponden al periodo formal, según Piaget. Este periodo constituye la última etapa del desarrollo y se caracteriza por dos rasgos aparentemente independientes pero que guardan una relación profunda. Por un lado, es el

momento en el que se produce la inserción en el mundo de los adultos, con todos los problemas que esto conlleva. Por otro, es el período en el que los individuos empiezan a ser capaces de manejar el pensamiento hipotético deductivo característico de la ciencia. El pensamiento formal amplía las capacidades del adolescente ya que no sólo es capaz de razonar sobre lo real, sobre lo que conoce o tiene presente, sino que puede hacerlo también sobre lo posible. Todas las capacidades nuevas que desarrolla van a permitirle entender el pensamiento científico y razonar sobre los problemas complejos.

El progreso del período formal supone, un paso adelante porque libera al alumno de lo inmediato y al mismo tiempo le da una posibilidad mucho mayor de actuar sobre los datos que posee, de manejar más datos. No sólo es un cambio cualitativo sino cuantitativo. El alumno ante el problema, trata de formular una hipótesis y comprobar si es cierta o falsa. No sólo se sirve de datos disponibles sino que además es capaz de entender y construir sistemas teóricos complejos en los que los datos aparecen subordinados a la coherencia del sistema.

El adolescente tiene un mayor gusto por lo abstracto y un manejo mucho más fácil de las abstracciones, incluso podríamos decir un gusto por razonar con independencia de sobre qué se razona, un gusto por extraer las consecuencias de una posición que se adopta en un determinado momento, consecuencias que pueden ser absurdas pero que precisamente por ello pueden excluirse. Se aventura mucho más con su pensamiento, es un teórico, mientras que en la etapa anterior el niño es mucho más concreto y pegado a las cosas. El alumno es capaz de interpretar la experiencia y sobre todo de manipularla, de crear condiciones para poder observar un fenómeno, en una palabra, de aislar las variables que producen un fenómeno. Es capaz de formular hipótesis y de contrastarlas, de examinar si son ciertas o son falsas.

Los cambios intelectuales en el periodo formal son de muchos tipos y afectan a todos los terrenos de la conducta. Hemos destacado dentro de las capacidades que se desarrollan las habilidades lógicas y las científicas. El adolescente es capaz de interrogar a la realidad y no simplemente tomar nota de ella. No espera a que se produzca un fenómeno para ver qué es lo que sucede sino que el mismo provoca la variación y examina cuales son las condiciones en las que se ha producido y las consecuencias que tiene. El interrogatorio de la realidad no se realiza de una forma ciega sino que a partir de una hipótesis busca respuestas.

Pero no basta con formular hipótesis para entender un fenómeno sino que lo característico del período formal es que el sujeto luego pone las condiciones para comprobar ese enunciado hipotético que ha formulado y además es capaz de extraer las consecuencias de la respuesta que obtenga.

En la teoría de Piaget la evolución de la representación espacial y las relaciones entre los objetos suponen todo un proceso de construcción.

Según Ileana Enesco:

“Paradójicamente, nadie ha insistido más que Piaget en la importancia que tiene la construcción de las coordenadas espaciales en el desarrollo cognitivo general.”

Y además:

“Las analogías entre el espacio perceptivo y el espacio representativo se observan no sólo en las etapas finales alcanzadas sino también en los propios procesos evolutivos.”²

² ENESTO ARANA, I.(1983). *El desarrollo de conceptos espaciales: un estudio transcultural*. Tesis Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Psicología.

Precisamente desde la posición constructivista, Piaget formula su teoría psicogenética, distinguiendo distintos niveles de organización espacial, en correspondencia con diferentes etapas del desarrollo intelectual. Las etapas genéticas que propone son las siguientes:

- Espacio sensorio-motor: caracterizado por percepciones sensoriales de las relaciones espaciales. En esta etapa se tiene una visión egocéntrica del espacio.
- Espacio intuitivo: caracterizado por representaciones intuitivas en un nivel preoperatorio.
- Espacio concreto: caracterizado por representaciones operatorias. En este nivel se efectúan operaciones reversibles con diferentes materiales concretos.
- Espacio abstracto: caracterizado por representaciones formales y abstractas. Es el espacio descrito por la Geometría deductiva de Euclides y Hilbert.

APRENDIZAJE. DESARROLLO INTELECTUAL

Como ya hemos dicho, los alumnos y las alumnas que cursan esta etapa van modificando el paisaje de su estado mental, caracterizado en un principio por un tipo de pensamiento lógico-formal concreto, para acceder, después, a otro tipo de pensamiento lógico-formal de índole abstracta. Este lento tránsito, obviamente, se plasma en procesos evolutivos singulares, cuyos ritmos de maduración y alcance no son generalizables. Precisamente sus variabilidades reclaman una especial atención metodológica que, a través de enfoques didácticos no uniformes y mediante estrategias adecuadas, cumpla las prácticas de un tipo de enseñanza personalizada.

En los alumnos aparecen y se desarrollan, poco a poco, las capacidades de reflexión, argumentación, deducción, síntesis y construcción de hipótesis, así como un sentido crítico cada vez más sólido y personal. Estas facultades son todas ellas denotativas de una evolución del pensamiento que- en términos globales- puede resumirse en una mayor potencia mental y, consecuentemente, en una creciente autonomía y riqueza de discurso.

Desde el punto de vista pedagógico se favorece y propicia el desarrollo de tales procesos evolutivos a través de intervenciones educativo-didácticas que posibiliten en los alumnos y las alumnas aprendizajes significativos.

En el caso de la materia que a nosotros nos ocupa, la Educación Plástica y Visual, los contenidos específicos pretenden colaborar en el desarrollo global de la personalidad del alumnado ayudándoles a comprender las realidades perceptivas de su entorno y capacitándoles para captar de forma crítica y selectiva la multiplicidad de mensajes que, cotidianamente, inciden en su sensibilidad perceptiva visual. De este modo llegarán a ser capaces de operar sobre el contexto social de forma responsable y creativamente productiva; esta es la finalidad de una educación formativa.

Esta finalidad formativa, muy importante en las intenciones curriculares de esta etapa, requiere – en orden a la consecución de sus objetivos- una organización racional de los contenidos que facilite a los alumnos la interiorización de sus aprendizajes.

El modo en que se secuencian los contenidos y objetivos educativos, así como los criterios de evaluación, depende de ciertos supuestos teóricos y metodológicos que conviene hacer explícitos, para que el diseño y el desarrollo curricular sean el resultado de una reflexión consciente a partir de las intenciones educativas.

Consideramos por tanto fundamental secuenciar los contenidos, pues sólo así, nos aseguraremos una organización coherente de los contenidos previamente seleccionados para su desarrollo a lo largo de esta etapa educativa.

Partiendo del conocimiento del alumno, diseñamos la secuencia de tareas a realizar con la intención de que emerjan las ideas previas y no haya problemas cognitivos. Una planificación cuidadosa de la secuencia nos permitirá conseguir pequeños éxitos que estimulen la autoestima y favorezcan una actitud positiva hacia los sistemas de representación. Una vez culminada la fase de diseño de los programas, el papel del profesor va a ser eminentemente orientador.

Con el planteamiento de una tarea pretendemos que el alumno se enfrente a una situación problemática cuyo proceso de resolución le revele un concepto, de un modo significativo. Sabemos que el tipo de actividades que necesitan los estudiantes diferirá de unos a otros dependiendo de la velocidad con la que van culminando fases en su proceso de aprendizaje. Las actividades no se plantearán cerradas, tendremos previstos refuerzos. Nos corresponde a los profesores generar un ambiente propicio para atender la diversidad y fomentar la superación personal, sin que por ello se genere un espíritu competitivo colectivo poco integrador.

El modelo didáctico propugnado es el modelo Aprendizaje-enseñanza que se centra en los procesos de aprendizaje del estudiante y parte de cómo aprende para poder intervenir en dicho proceso. Hablamos de un proceso cognitivo en la medida en que nos planteamos cómo aprende el alumno, qué procesos utiliza al aprender y qué capacidades, destrezas y habilidades necesita para aprender.

Consideramos que los contenidos y los procedimientos son medios para desarrollar capacidades y valores. Creemos que es posible enseñar a pensar por medio de programas orientados al desarrollo de capacidades, destrezas y valores. Nuestro objetivo es enseñar al alumno a aprender a

aprender y esto implica el uso adecuado de estrategias cognitivas, estrategias metacognitivas y modelos conceptuales. Entendemos las estrategias como el conjunto de procesos orientados al desarrollo cognitivo y afectivo de la persona.

El tránsito de la Enseñanza-aprendizaje al Aprendizaje-enseñanza convierte al proceso de mediación en pieza clave del aprendizaje y hace patente la necesidad de un cambio en el papel del profesor. No puede ni debe ser un mero transmisor de contenidos. Su labor fundamental es la de mediador entre el individuo y la cultura. El aprendizaje mediado facilita el desarrollo del potencial de aprendizaje.

Sólo si partimos de que la inteligencia es modificable, es preciso y posible intervenir y mediar para favorecer procesos que ayuden a aprender. La idea de la modificabilidad de la inteligencia se ha ido consolidando a partir de las aportaciones de las teorías del procesamiento de la información de Sternberg, de las teorías socio-culturales de Vygotsky y de la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner. Según Feuerstein:

“Se ha ido considerando la inteligencia como una macrocapacidad, como un conjunto de capacidades que, a su vez, son un conjunto de destrezas y éstas, a su vez, un conjunto de habilidades. Al modificar habilidades, destrezas y capacidades se modifica la inteligencia.”³

³ FEUERSTEIN, R. HOFFMAN, M.B. 1994. *Programa de enriquecimiento instrumental*. Apoyo didáctico 1. Madrid . Bruño. D.L.

LA REPRESENTACIÓN TRIDIMENSIONAL EN LA EDUCACIÓN PLÁSTICA Y VISUAL

Dentro de la disciplina de la Educación Plástica y Visual, el estudio del volumen y los elementos inherentes a él, como los sistemas de representación, el espacio, la luz y la textura son conceptos que se incluyen en la formación educativa de los alumnos de la E.S.O. Su estudio y su trabajo aportarán a los alumnos de secundaria una mejora en su capacidad de percepción espacial, una nueva interpretación de lo percibido, una nueva manera de mejorar las técnicas para la adquisición y ampliación de sus conocimientos sobre el mundo y sobre el arte.

La visualización espacial de formas tridimensionales se relacionan con otras materias formativas del alumno: matemáticas, física y biología, a pesar de que cada campo lo trabaja desde una óptica disciplinar. Si ayudamos al alumno a desarrollar su visualización espacial le estaremos ayudando también al desarrollo de su creatividad y expresividad en 3D así como a la interpretación y el análisis crítico del entorno físico del alumno. Descubrir una nueva percepción del espacio a través del descubrimiento de las características que definen el volumen, contribuirá a generar en el estudiante una nueva visión de su entorno, de su pensamiento y de su desarrollo personal respecto a sí mismo y a los demás.

La Educación Plástica y Visual marca en el currículum algunas ideas referidas a contenidos y objetivos que tienen relación con este planteamiento. En lo que se refiere a los contenidos destaca el *saber ver* y el *saber hacer*.

Conceptos: el volumen, sus características formales, conceptuales y de producción, la representación bidimensional y la creación tridimensional.

Procedimientos: se centran en la observación, exploración, análisis y representación plana de las diferentes dimensiones del volumen. Pero también se proponen procedimientos de experimentación y manipulación de volúmenes.

Actitudes: el Diseño Curricular Básico indica, que el alumno deberá adquirir una predisposición que le permita saber apreciar las diferentes maneras de ver el volumen, adquirir la capacidad de valorar tanto la memoria visual espacial y la pulcritud en la representación, como el buen uso y conocimiento de los instrumentos que ha de utilizar.

No sólo se trata de transmitir determinados contenidos sino que lo que se pretende es el desarrollo de capacidades como:

- Observación del espacio
- Orientación espacial
- Abstracción geométrica

OBJETIVOS:

- Comprender el concepto de volumen.
- Analizar la relación entre espacio, movimiento, luz y volumen.
- Utilizar y desarrollar la representación bidimensional del volumen.
- Manipular y experimentar la creación de volúmenes en el espacio.
- Conocer que un mismo volumen puede adoptar infinitas formas sin que varíe su masa.

- Conocer que el volumen puede desarrollarse a partir de líneas y planos.
- Adquirir las estrategias para analizar, diferenciar y comprender la diversidad de los cuerpos tridimensionales.
- Observar e interpretar el valor objetivo y la percepción subjetiva del volumen.
- Iniciar el camino hacia la comprensión de las artes tridimensionales, en sus aspectos estéticos funcionales y materiales.
- Vincular la creación artística con la vida y el entorno cotidianos en sus aspectos funcionales, expresivos y simbólicos.

CONTENIDOS

- CONCEPTOS:
- El volumen. La tridimensionalidad.
- Distinción entre forma y percepción de la forma.
- La luz como elemento configurador y transformador del volumen.
- El espacio como lugar de percepción del volumen.
- Características estéticas, formales, materiales, funcionales y simbólicas de los volúmenes.

- Las estructuras y formas tridimensionales construídas y creadas por el hombre.
- Diferentes modos de expresión de la forma tridimensional.
- Los sistemas de representación del volumen y el espacio.
- Relaciones visuales y conceptuales de las formas tridimensionales.
- PROCEDIMIENTOS:
- Observación, exploración y recogida de información (en el espacio virtual creado) de los diferentes volúmenes y sus características.
- Comparación de las características y posibilidades plásticas de los diferentes volúmenes.
- Análisis y comparación de las características estéticas y funcionales de los volúmenes observados.
- Observación, exploración y registro bidimensional dependiendo del punto de vista seleccionado.
- Observación, exploración de los efectos de la luz sobre los distintos volúmenes.
- Observación, exploración y creación de diferentes maneras de representación de la forma tridimensional.

- Creación de volúmenes y representación de éstos en el espacio bidimensional.

- **ACTITUDES:**

- Curiosidad por conocer el espacio tridimensional y como afecta a nuestro entorno.

- Motivación para investigar y realizar nuestra propuesta y creaciones de expresividad tridimensional.

- Interés por la propia superación personal en el desarrollo de la capacidad de visualización espacial.

- Interés por el propio conocimiento de los sistemas de representación, su utilización como lenguaje de expresión tridimensional.

- Apreciación de lo estético y lo funcional.

- Apreciación de las posibilidades plásticas del espacio y del volumen.

- Actitud activa y participativa en el aprendizaje.

CAPÍTULO V:
SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN

SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

La palabra geometría podríamos definirla teniendo en cuenta que “geo” significa tierra y “metría” procede de medida. El diccionario de la Real Academia Española define geometría descriptiva y la geometría proyectiva como:

“Parte de las matemáticas que tiene por objeto resolver los problemas de geometría del espacio por medio de operaciones efectuadas en un plano y representar en él las figuras de los sólidos” y “Rama de la geometría que trata de las proyecciones que conservan las figuras cuando se las proyecta sobre un plano”.

Podemos hablar de distintos tipos de geometría, refiriéndonos a las múltiples disciplinas que parten de un tronco común pero que se han desarrollado separadamente: euclídea, proyectiva, analítica, descriptiva, etc... todas ellas se dedican al estudio riguroso del espacio, figuras y cuerpos que en él se pueden dar.

La geometría descriptiva forma parte de nuestro lenguaje cotidiano. Nuestro lenguaje verbal diario posee muchos términos geométricos, por ejemplo: punto, recta, plano, paralelas, cubo, perpendicular, etc... Si nosotros debemos comunicarnos con otros acerca de la ubicación, el tamaño o la forma de un objeto, un vocabulario geométrico básico nos permitirá expresarnos con mayor precisión.

Según la definición dada por Rowe y Mc Farland:

“La geometría descriptiva es la ciencia del dibujo que trata de la representación exacta de objetos compuestos de formas geométricas y de la solución gráfica de problemas que implican las relaciones de esas formas en el espacio”¹

Desde antiguo el hombre ha tenido la necesidad de aprehender el entorno que le rodea; la realización de esta tesis responde a la necesidad de adecuar la geometría descriptiva, así como los sistemas de representación al servicio del alumno como lenguaje de expresión. Su manejo y comprensión pueden ayudar al alumno para ser utilizado como un lenguaje más, como una herramienta muy valiosa para su futuro.

Dentro de la comunicación y en concreto de la comunicación visual, se han definido distintos lenguajes que facilitan del acto comunicativo. En este siglo, el lenguaje visual está aceptado como un lenguaje más junto a otros como pueden ser el escrito, hablado, etc...; en nuestro caso nos vamos a referir al lenguaje geométrico en general y de los sistemas de representación en particular.

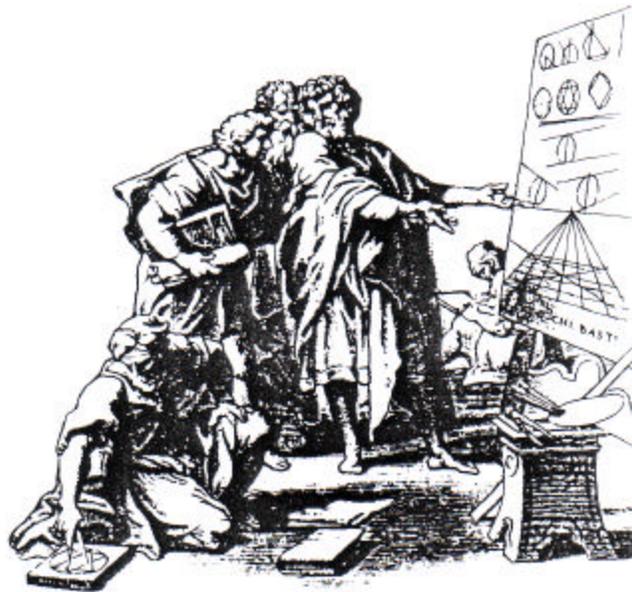
Dos de las características más importantes de este lenguaje son:

- Se trata de un lenguaje universal, la realización de un dibujo debe ser tal que examinado por cualquier persona de cualquier lugar lo interpretará siempre de la misma manera.
- La idea del diseñador o proyectista queda reflejada con claridad, legitimidad y sin ambigüedad.

¹ ROWE Y MC FARLAND. 1967. “*Geometría descriptiva*”. Mexico. CECSA.

Por lo tanto podemos afirmar que el dibujo técnico, además de un medio de expresión gráfica es un lenguaje universal de expresión del pensamiento técnico, mediante el cual se comunican ideas y se dan órdenes en el transcurso de las diferentes etapas de realización industrial.

El estudio de este lenguaje comprenderá la definición y análisis de los elementos básicos que lo componen, así como un código o conjunto de reglas que establecen las relaciones entre los elementos (sistemas de representación) para que puedan definir conceptos y transmitir ideas o mensajes de un emisor a un receptor, necesario en cualquier lenguaje. Cuanto más conozcamos de todo este proceso de comunicación, mayor será nuestra capacidad de comprensión y expresión que al fin y al cabo es el objetivo prioritario de cualquier lenguaje.



“L’Accademia della Pittura” Dorigny, N. The British Museum. Londres

Una buena parte de los conocimientos sobre el lenguaje perspectivo se los debemos a Leonardo, fue quien realizó una serie de experimentos para estudiar las técnicas que permitían dibujar el espacio tridimensional sobre una superficie plana:

“...coloque una lámina de vidrio exactamente frente a usted, fije el ojo en el lugar correspondiente y dibuje sobre el vidrio la silueta de un árbol... Siguiendo con idéntico procedimiento... podrían pintarse árboles situados a una distancia mayor. La conservación de estas pinturas sobre vidrio le servirá de ayuda y orientación en su trabajo”.²

La distorsión que se produce en el dibujo con este método es la misma que la que percibe el ojo desde un punto de vista, este es precisamente el motivo por el que la perspectiva cónica es rechazada por algunos autores. Cualquier cambio en el punto de vista del observador nos da una visión distorsionada de la realidad. Tenemos que reconocer que durante siglos hemos dado por válido este sistema de representación.

HISTORIA DE LA REPRESENTACIÓN ESPACIAL.

Desde las pinturas rupestres hasta nuestros días el hombre ha tenido la necesidad de reflejar el mundo que le rodea. Dentro de las artes visuales, el dibujo y la pintura han precisado de un soporte plano para su representación, lo que obligaba al artista a utilizar trucos que le permitieran crear la sensación de la tercera dimensión. Desde la piedra hasta el ordenador, pasando por el pergamino, el papel o el lienzo, la evolución de los soportes ha sido muy importante.

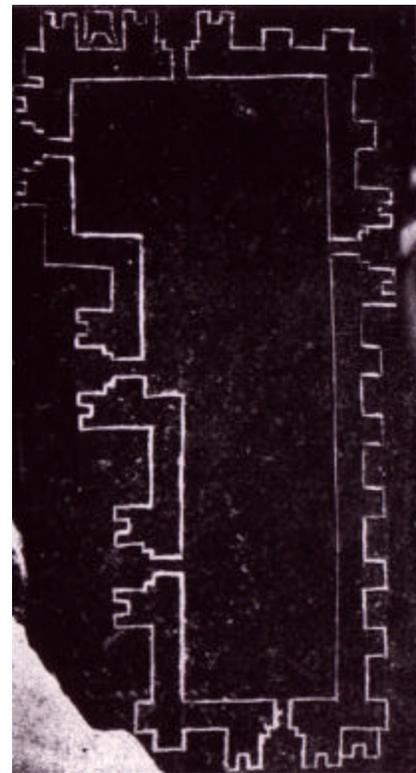
El paso de las representaciones planas a las tridimensionales pasa por una preocupación continua de los artistas por plasmar la tercera dimensión. Desde las primeras pinturas hechas por el hombre, en las que nos encontramos imágenes planas; hasta nuestros días, con la posibilidad de dibujar directamente en un espacio virtual 3D; han sido muchas las representaciones que nos permiten constatar esta evolución:

² DA VINCI, Leonardo. 1972. “*Tratado de Pintura*”. Editorial Nacional. Madrid.

- Prehistoria: Si observamos pinturas como las de la cueva de Altamira, vemos seres humanos y animales representados desde el punto de vista que mejor les define, lo que hoy podríamos llamar alzado. Aparecen imágenes superpuestas, podría ser un intento de representar la profundidad.
- Edad de Bronce: Nos encontramos dibujos en los que cada elemento está representado en la posición que mejor se percibe. Así nos encontramos dentro de un mismo dibujo carros dibujados desde arriba con las ruedas como si se vieran de frente y los animales de tiro de frente también.
- Mesopotamia: se conservan de esta época, numerosos dibujos de plantas de edificios. Un ejemplo de la importancia que daban al diseño previo a la construcción, es la estatua sumeria del príncipe de Gudea (aproximadamente 2450 a.C.). Si nos fijamos en el tablero que tiene sobre sus rodillas podemos apreciar el plano de un edificio diseñado por él.



Estatua de Gudea, “*el arquitecto*”. Louvre



Detalle del plano que está sobre sus rodillas

- Egipto: Las pequeñas pinturas, ordenadas en friso, que adornaban los edificios funerarios, nos muestran sobre cada línea de separación de escenas una mezcla de alzado y perfil dentro de una misma representación (torso en alzado, cabeza de perfil). La superposición de imágenes y el cambio de tamaño son una forma de representar la profundidad.

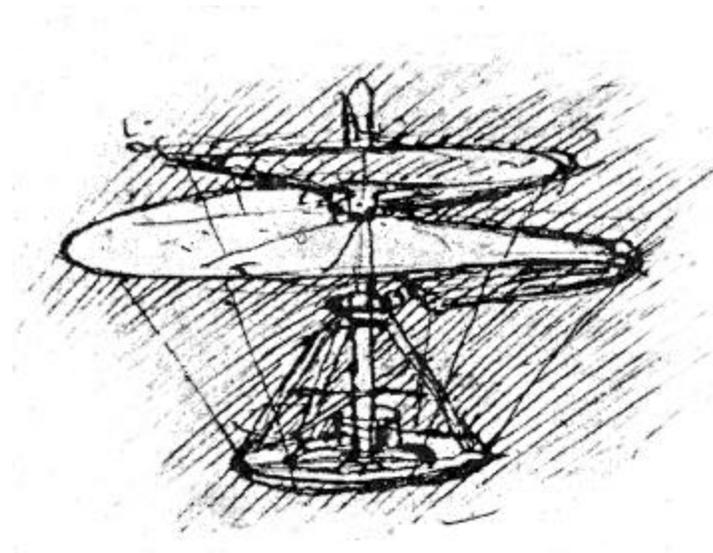


EGIPTO. Pintura mural. *Escenas de la vida agrícola*. XVIII Dinastía.

- Grecia y Roma: El tratado "De Arquitectura", incluye importantes documentos gráficos de construcciones civiles y militares del arquitecto Vitruvio (siglo I a. C.); también figuran dibujos relacionados con la fabricación de máquinas y artefactos bélicos. A parte, también dejaron numerosos proyectos de edificios en planta y alzado.

- Edad Media: han quedado dibujos en papel en los que quedan reflejados no sólo los diseños artesanales de la época sino aspectos sobre la fabricación. Vemos por primera vez en algunos documentos, que ya en esta época se intentan representar juntos la planta y el alzado en algunos proyectos; estableciendo una relación entre ellos parecida a la que utilizamos nosotros en el sistema diédrico.
- Renacimiento: Los complejos edificios de esta época refuerzan la utilización del sistema diédrico, permitiéndoles un mayor enriquecimiento en las posibilidades creativas. Un ejemplo son los dibujos de Rafael, en los que aparte de relacionar planta y alzado se permite la posibilidad de hacer secciones que aportan más datos sobre el diseño.

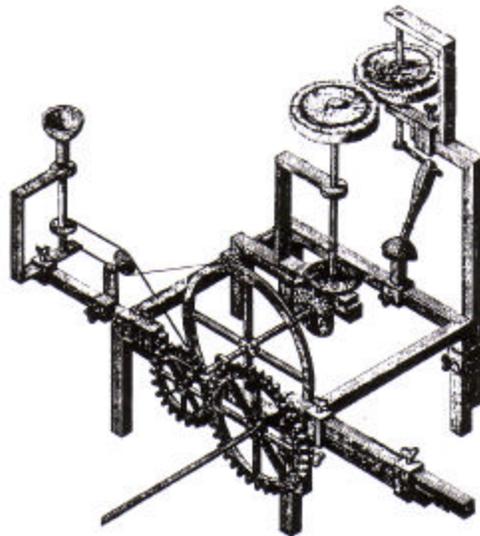
Existe una obsesión por captar sobre el espacio bidimensional la sensación visual de la tercera dimensión. En este sentido tenemos que mencionar la importante aportación de Leonardo da Vinci a la representación en perspectiva, hasta el punto que muchos de los conocimientos aportados por éste, han llegado hasta nuestros días. Su capacidad para la representación no sólo dentro de lo artístico sino también en dibujo técnico fue increíble; es evidente que estamos ante uno de los grandes genios de la Historia. Muchos de los dibujos técnicos de Leonardo constituyen verdaderos diseños industriales. Una buena parte se trataba de inventos que se adelantaron a su tiempo y que no llegaron a ser realizados en su época.



Leonardo Da Vinci. "Helicóptero"

- En los siglos XVII y principios del XVIII tanto la técnica como los diseños experimentan un gran avance. Papin, Newcomen, Watt, etc... son algunos de los que impulsaron este avance con descubrimientos como la máquina de vapor, con lo que comienza un período de mecanización de gran importancia para el dibujo técnico.
- En el siglo XVIII se produce el definitivo impulso de la racionalización geométrica en la representación. La creación de Academias francesas (primera Academia militar en 1720) consolida el establecimiento de campos disciplinares tecnológicos que aceleran el desarrollo de las ciencias aplicadas. El tratado de Frazier (1737) ya contiene fundamentos teóricos de la geometría descriptiva. Gaspar Monge es quien, en 1795, publica sus lecciones de Geometría descriptiva en las que sistematiza definitivamente la representación y la eleva a la condición de ciencia autónoma. La geometría descriptiva estructurada por Gaspar Monge dejó de estar básicamente ligada a los intereses militares, encontrando numerosas aplicaciones en el campo de la fabricación industrial de objetos, ante la necesidad de trabajar con dibujos a escala que expresaran las medidas exactas de los mismos.

- En el último tercio del siglo XIX, se racionaliza la representación espacial independizándose de los fuertes prejuicios establecidos por el sistema perceptivo. Se produce por tanto, en este siglo un avance general en el estudio de los sistemas de representación de la Geometría Descriptiva. La perspectiva axonométrica, que tuvo junto a la cónica su largo período experimental, se sistematiza en el Isométrico de Farish (1820) y los estudios de Pohlke (1853).



“On Isométrica Perspective”. Farish, W. 1820

La perspectiva axonométrica también es utilizada por los pintores para la creación de espacios, sobre todo espacios interiores donde las dimensiones no son grandes con lo que apenas se aprecia sensación de distorsión.



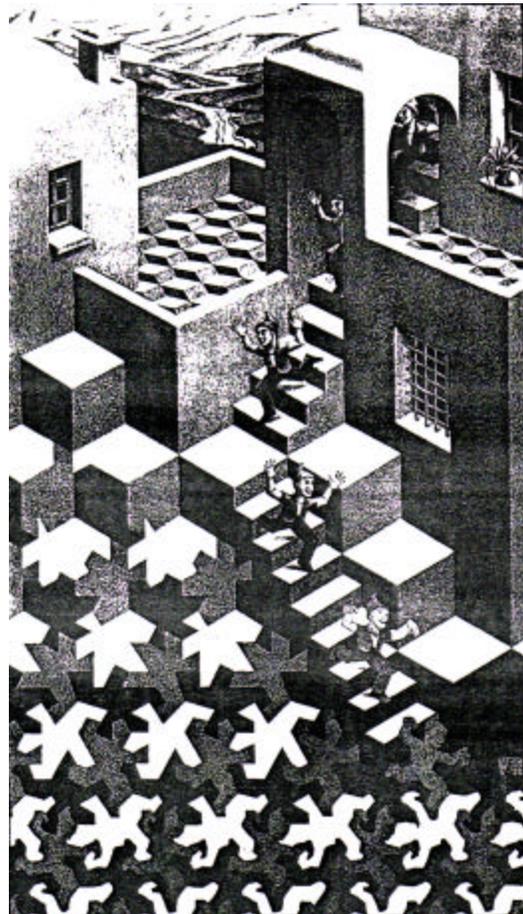
CASSAT, Mary. 1890
El baño.

Es en este siglo cuando se producen avances en Geometría Descriptiva publicándose importantes estudios de Gournerie , Leroy Adhemar, etc.... A principios del siglo XX se prescinde de la línea de tierra que relaciona planta y alzado y que había sido utilizada desde Gaspar Monge. Este hecho permite trabajar con una mayor libertad en el sistema diédrico, ya no importa tanto la posición en el espacio como la posibilidad de trabajar directamente sobre el diseño. Se basa en una representación de vistas tal y como las conocemos hoy en día.

- Siglo XX: en 1917 se crean en Alemania las normas DIN, cuya finalidad es unificar y racionalizar diseños, medidas, fabricaciones, símbolos, etc... Estas normas han llegado a imponerse poco a poco y hoy día, salvo raras excepciones, se usan en todo el mundo. A mediados de este siglo se produce un hecho importante, se configura el ordenador, que supone una gran aportación de la tecnología y se convierte en un instrumento básico en todos los campos del saber y por lo tanto revoluciona también el dibujo técnico. En 1950 se hace la primera experiencia en pantalla de visualización y en 1958, con la aportación de los trazadores gráficos, se concreta la posibilidad de obtener dibujos en soporte permanente. A finales de los 60 se inicia la producción de programas de dibujo, con un gran desarrollo durante los 70. A partir de los 80 se produce la comercialización a gran escala de los ordenadores personales que, asumen funciones anteriormente reservadas a equipos menos accesibles. Como consecuencia los programas de CAD (dibujo en 2D y en 3D, modelado de sólidos, tratamiento de imágenes) se han incorporado plenamente a la práctica profesional de la arquitectura y las ingenierías.

Dentro del mundo artístico, el arte oriental incorpora la perspectiva axonométrica en sus soportes enrollables ya que resulta más cómodo para el recorrido visual del espectador al desenrollar el cilindro. La influencia del arte oriental es notable en muchos artistas contemporáneos sobre todo la pintura de carteles y de ilustración del siglo XX, muestran rasgos característicos de las estampas japonesas y de otras pinturas del lejano oriente. La obra Tres mujeres de Fernand Léger muestra un espacio con una marcada dirección de oblicuidad. El cubismo llegó a emplear la perspectiva cilíndrica por las posibilidades expresivas, como alternativa a la perspectiva cónica. En los cuadros el desayuno y Bodegón, Juan Gris

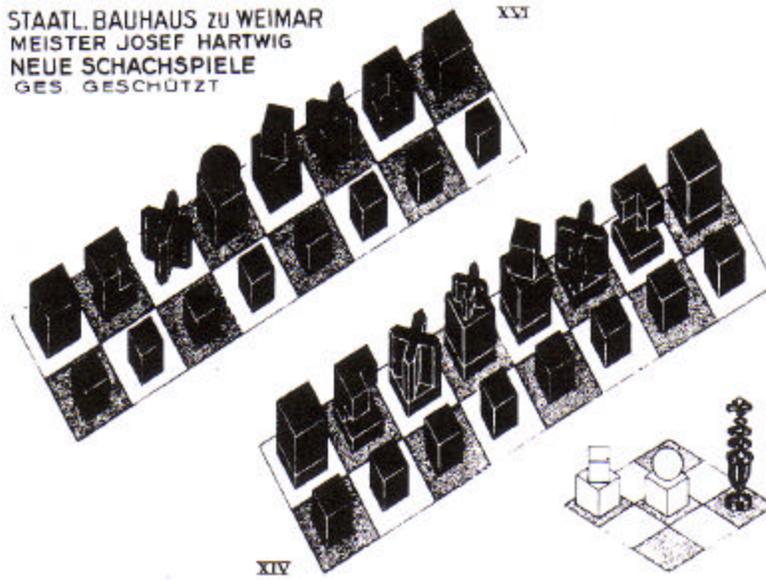
representa los objetos redondos como círculos en lugar de elipses, es decir, adopta la perspectiva caballera. No podemos olvidar a Escher que utiliza este tipo de perspectiva en sus espacios imposibles.



ESCHER, M.C. 1938
Evolución cíclica

Por último, un importante reconocimiento en este siglo a la labor de la Bauhaus; escuela reconocida por su filosofía didáctica basada en aunar las actividades artísticas con las técnicas, constituyendo uno de los pilares del diseño moderno.

STAATL. BAUHAUS ZU WEIMAR
MEISTER JOSEF HARTWIG
NEUE SCHACHSPIELE
GES. GESCHÜTZT



Hartwig, Josef. 1924. "Diseño de piezas (Juego de ajedrez)".

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS BÁSICOS

La percepción espacial del entorno constituye el soporte adecuado del proceso de conceptualización espacial, las observaciones y experimentaciones geométricas con los objetos y los sistemas de la naturaleza propician el conocimiento operacional de las nociones espaciales y permiten estructurar las operaciones mentales que dan lugar a la comprensión de la representación espacial.

Por eso consideramos importante el estudio del espacio tridimensional y su representación en el espacio bidimensional (papel, lienzo, pantalla del ordenador, etc...), es decir, el estudio de la geometría descriptiva; y sobre todo, los elementos básicos que definen este lenguaje.

Euclides en el primer libro de sus Elementos, ya estableció postulados y axiomas acerca de los elementos básicos. Las descripciones de los elementos básicos corresponden a lo que podemos llamar conceptos fundamentales. No necesitan definición, simplemente se presenta su existencia y luego se les atribuye una serie de propiedades; nos referimos a:

- el punto
- la línea
- el plano

Vamos a tener en cuenta también las posibles relaciones geométricas que se establecen entre ellos, lo cual nos permite profundizar en sus características.

A partir de los elementos visuales básicos (el punto, la línea y el plano) y las reglas que rigen la combinación de éstos elementos, el alumno irá definiendo el lenguaje geométrico. Poco a poco conocerá más sobre la complejidad de éste y su conocimiento le permitirá expresar mejor sus ideas.

El estudio que justifica esta tesis, resultaría excesivamente ambicioso y complicado si no lo acotáramos de alguna manera. Entendemos que, si el campo de estudio es muy amplio podría repercutir en los objetivos principales de la investigación que son el desarrollo de capacidades y habilidades por encima de cualquier otro conocimiento.

Los cuerpos sólidos no son en principio objeto de nuestro estudio, mas bien son una excusa para acercarnos desde ellos a un mayor conocimiento de los elementos que los componen. Por eso, en los programas didácticos se ha utilizado el cubo como único elemento tridimensional a partir del cual llegamos a conocimientos más abstractos. Cuando imaginamos un cubo, imaginamos un volumen determinado. Pero también pensamos en el contorno que define ese volumen: las seis caras cuadradas iguales (planos), las doce aristas (rectas) y los ocho vértices (puntos) que componen su superficie.

Evidentemente el estudio de sus vértices, aristas y caras supone de alguna manera un aprendizaje a partir de las experiencias perceptivas necesarias en el desarrollo de las actividades. Basamos nuestro proceso de aprendizaje en un elemento que todos conocemos y reconocemos. De todos los sólidos geométricos que forman parte de nuestro entorno, el prisma o el cubo, son indudablemente los más utilizados tanto en diseños de una magnitud considerable como edificios, espacios interiores, etc...; pasando por el diseño de objetos más pequeños, muebles, envases, etc...

EL PUNTO

Según la definición de la Real Academia Española es el “límite mínimo de la extensión, que se considera sin longitud, latitud ni profundidad”.

El concepto de punto lo podemos definir como el lugar geométrico donde se cortan dos líneas, el origen de una semirecta, el centro de un arco o simplemente cualquier figura diminuta. Es un ente geométrico adimensional. Normalmente se le designa con una letra mayúscula o con un número.

Axiomas:

- Hay infinitos elementos llamados puntos.
- Por dos puntos pasa una recta, definida como conjunto de infinitos puntos.

El punto geométrico es invisible, inmaterial. De modo que puede ser definido como un ente abstracto. El punto como elemento representado se afirma en su sitio y no manifiesta la menor tendencia a desplazarse en dirección alguna, ni horizontal ni vertical. Tampoco avanza o retrocede.

En el sistema axonométrico el punto queda definido por una posición referenciada respecto a tres ejes coordenados y en el sistema diédrico lo definimos por sus dos proyecciones: la horizontal y la vertical.

RECTA

La definición de línea según la Real Academia Española es la “extensión considerada en una sola de las tres dimensiones: la longitudinal” y especifica que recta es “la más corta que se puede imaginar entre un punto y otro”.

Axiomas:

- Sólo se puede trazar una recta desde un punto cualquiera hasta un punto cualquiera.
- Se puede prolongar infinitamente una recta finita en línea recta.
- Todos los ángulos rectos son iguales entre sí.

La recta no tiene ni principio ni fin. Se nombra con una letra minúscula. La semirecta es la parte de recta limitada por un extremo. El segmento recto es la parte de recta limitada por sus extremos. Puede ser dependiendo de su orientación: horizontal, vertical u oblicua:

- Línea horizontal: recta que coincide con la dirección de la línea del horizonte, de manera que todos sus puntos tienen la misma cota. Un ejemplo es la línea de tierra.
- Línea vertical: recta que sigue la dirección de todos los cuerpos al caer, quedando representada por ejemplo por la dirección del hilo de una plomada.
- Línea inclinada u oblicua: cualquier recta no horizontal o vertical que produce una sensación de desequilibrio.

La relación geométrica que se establece entre dos o más rectas dependiendo de su situación:

- Perpendiculares: son aquellas que al cortarse dividen al plano en cuatro ángulos iguales.
- Rectas paralelas: son aquellas que siguen la misma dirección y por tanto, aunque se prolonguen nunca llegan a cortarse. Euclides entre otras cosas nos dice que las líneas paralelas equidistantes son líneas rectas que, existiendo en un mismo plano nunca se llegan a tocar.
- Rectas concurrentes: son aquellas no paralelas que por tanto tienen un punto en común.

La línea recta puede ser descrita como el rastro que deja un punto en movimiento que sigue siempre la misma dirección. En el lenguaje de los sistemas de representación no todas las rectas tienen la misma importancia, dependiendo de su significado dentro del dibujo, existen líneas principales y otras que podríamos denominar secundarias. Los ejes de coordenadas o la línea de tierra son muy importantes desde el momento en el que suponen una referencia para situar todos los elementos espaciales. Las rectas pueden actuar como elementos independientes, definir contornos, configurar volúmenes huecos, actuar como ejes de simetría, etc...

La recta como definidora de formas puede ser un contorno que indica el límite de esa forma y puede ser el origen de otra. Una línea de contorno es utilizada para describir el borde de un objeto tridimensional en el espacio. Indica el último punto visible de una superficie determinada. Cuando hablamos de rectas nos referimos a aquellas que son visibles como las aristas, pero existen otras menos visibles pero muy importantes también como los ejes de simetría, líneas ocultas, etc...

Las relaciones espaciales entre los distintos elementos también nos hacen intuir rectas, como por ejemplo: la distancia entre dos puntos, la distancia punto-plano, etc...

EL PLANO

El plano podríamos definirlo como el conjunto de puntos que se extiende según dos direcciones, estamos hablando por tanto del espacio bidimensional. Este elemento corresponde a un concepto intuitivo y puede estar definido:

- tres puntos no alineados
- dos rectas que se cortan
- dos rectas paralelas
- un punto y una recta

al igual que otros elementos estos términos corresponden a axiomas y postulados.

Un plano es por definición ilimitado. Según la posición en el espacio podemos hablar de:

- Plano horizontal: es aquel en el que todos sus puntos tienen la misma altura. Los elementos del espacio se proyectan en él formando lo que llamamos proyección horizontal o planta.
- Plano vertical: Se trata de un plano perpendicular al horizontal. Los elementos del espacio se proyectan en él formando lo que llamamos proyección vertical o alzado.

La intersección del plano horizontal y el plano vertical es una recta que llamamos línea de tierra y que sirve de referencia para situar las proyecciones diédricas.

Una porción de espacio cerrado dentro de superficies planas es un volumen. En nuestro trabajo sólo vamos a estudiar el cubo con sus propiedades y algunas de las posibles transformaciones. Pero además estudiaremos la representación de éste en axonométrico y diédrico así como las características de dichos sistemas.

RELACIONES ESPACIALES

En nuestro entorno ambiental estamos rodeados de objetos, formas, diseños y transformaciones. Las propiedades geométricas son cada vez más accesibles y presentes en la vida cotidiana, cultural y técnica de nuestros días. Desde la más temprana infancia se experimenta directamente con las formas de objetos, ya sean juguetes o utensilios cotidianos o familiares. Paulatinamente vamos tomando posesión del espacio, orientándonos, analizando formas y buscando relaciones espaciales de situación, de función o simplemente de contemplación. Así, de esta manera se va adquiriendo conocimiento directo de nuestro entorno espacial. Este conocimiento del espacio ambiental, se hace en un principio, por intuición geométrica, sin ningún razonamiento lógico.

Rudolf Arnheim nos habla de la importancia de la percepción del espacio, tanto en la aprehensión de la forma de los objetos como en la comprensión de las relaciones que se establecen entre ellos y la orientación espacial:

“La orientación espacial presupone un marco de referencia. En el espacio vacío, no habitado por ninguna fuerza de atracción, no habría arriba ni abajo, derecha ni inclinación”³

³ ARNHEIM, R. 1981. *Arte y percepción visual*. Madrid: Alianza .

La Geometría Descriptiva se encarga de analizar, organizar y sistematizar los conocimientos espaciales. El interés por estudiar el espacio no es propio sólo de la educación integral de cada individuo, sino que es esencial en diferentes disciplinas y profesiones técnicas y artísticas. En el conocimiento del espacio geométrico hay que distinguir dos modelos de comprensión y expresión, el que se realiza de forma directa, que corresponde como ya hemos dicho a la intuición geométrica, de naturaleza visual y el que se realiza de forma reflexiva, es decir, lógica, de naturaleza verbal. Estos modos de conocimiento aunque son distintos, son complementarios. El primero es creativo y subjetivo, mientras que el segundo es analítico y objetivo.

Para mejorar la visualización tenemos que “aprender a ver” el espacio, la intuición es el motor que hace arrancar y avanzar en la percepción llevándonos a la máxima comprensión de la realidad. Ahora bien, para que se tenga un conocimiento correcto, hay que analizarlo con las leyes de la deducción lógica, para que así se pueda expresar y comunicar por medio del lenguaje.

La percepción es el resultado de una serie de fases de procesamiento que ocurren entre la recepción de un estímulo visual y la información que almacenamos en nuestro cerebro. La base de la percepción está en las operaciones cognitivas que se efectúan sobre la información y relaciones espaciales. La percepción espacial puede compararse a la comprensión de un texto escrito. De la misma manera que en el proceso de lectura se agrupan las letras en palabras y éstas en frases, obteniéndose por comprensión global una información, la percepción espacial en los sistemas de representación, se ocupa de obtener un mensaje por medio de la lectura comprensiva de las formas, las relaciones espaciales y los códigos o leyes que rigen estos sistemas.

Como sucede en la utilización de los textos escritos, hay varios niveles de comprensión en la percepción espacial. Algunos son necesarios y básicos para la vida diaria, otros son requeridos por diferentes niveles de especialización profesional. Así, un mínimo grado de percepción espacial es necesario para familiarizarse con nuestro espacio vital. Por tanto, una buena formación en percepción espacial puede mejorar nuestra adaptación a nuestro mundo tridimensional, capacitándonos para comprender mejor las formas y expresiones del lenguaje tridimensional y poder responder mejor a las distintas situaciones que se planteen.

El espacio puede ser estudiado desde distintos puntos de vista: físico, psicológico, social, geométrico, arquitectónico, etc... Así, cuando observamos un cubo, desde el punto de vista de la Geometría, nuestra atención se debe concentrar en los elementos principales que esquematizan su forma, haciendo abstracción de su color, textura, densidad, etc... Nos imaginamos la forma y disposición de las caras, así como las aristas y los vértices. Analizándolo más detenidamente, se verían propiedades geométricas que lo caracterizan; con ello podríamos llegar a una percepción espacial bastante completa.

En nuestro caso, al analizar detenidamente la percepción del cubo, no es difícil empezar a deducir las distintas relaciones espaciales que se establecen entre los elementos que lo componen. Así por ejemplo, podemos pensar en un vértice, como un punto en el que concurren tres aristas perpendiculares entre sí y común a tres caras cuadradas igualmente perpendiculares entre sí, o en una arista como recta común a dos planos. Sin olvidar las relaciones de paralelismo y perpendicularidad entre los distintos elementos.

HORIZONTALIDAD, VERTICALIDAD E INCLINACIÓN

En nuestro entorno cotidiano existen una serie de conceptos que nos sirven de referencia espacial para situarnos nosotros y para establecer las distintas posiciones de los elementos que nos rodean. Estamos hablando de conceptos como la horizontalidad, verticalidad o la inclinación. Dada la importancia que para el observador tienen estas orientaciones espaciales en su entorno, los sistemas de representación parten como referencia de un sistema de ejes y planos coordenados cuya característica principal es la horizontalidad y la verticalidad:

- Horizontal: corresponde a la dirección de la línea de horizonte, es el plano ficticio en el que nos movemos o sobre el que se apoyan las cosas y permanecen estables.
- Vertical: corresponde a la dirección que marca la fuerza de gravedad, es el plano ficticio en el que se produce la caída libre de los cuerpos o también la dirección que marca nuestra posición de pie.
- Inclinada: cualquiera de las infinitas posiciones distintas a la horizontal o la vertical. La línea inclinada, a diferencia de la línea horizontal o la vertical, la percibimos como inestable pues esta sería la situación de nuestro propio cuerpo en esa posición.

Tanto el sistema diédrico como el axonométrico tienen en cuenta estos conceptos para establecer sus sistemas de referencia a partir de los cuales se representan los elementos geométricos básicos o los cuerpos tridimensionales.

PARALELISMO Y PERPENDICULARIDAD

En el lenguaje de los sistemas de representación las relaciones de paralelismo y perpendicularidad que se establecen entre los distintos elementos del espacio tridimensional son de gran importancia para comprenderlo mejor. No sólo es importante la relación que cada elemento (recta o plano) tiene con los planos coordenados, sino también la que existe entre ellos. En el caso de los poliedros regulares el conocimiento de la relación entre caras y aristas nos ayudará a comprender mejor el volumen y será por tanto más fácil de representar. Nuestro trabajo está basado en una figura que todos los alumnos conocen, no sólo saben los elementos que la componen sino que son capaces de analizar con facilidad las relaciones de paralelismo y perpendicularidad que se establecen entre ellos. Como ya hemos comentado las relaciones espaciales más importantes son:

- Paralelismo: se aplica a las rectas o planos equidistantes entre sí que por más que se prolonguen no pueden encontrarse. Todos los planos o caras de un cuerpo tridimensional que cumplen esta característica respecto del plano coordenado XOY se les denomina horizontales. Todos los planos o caras de un cuerpo tridimensional que cumplen esta característica respecto del plano coordenado YOZ se les denomina verticales. Tanto en el sistema diédrico como en el axonométrico el paralelismo se mantiene, es decir, rectas o planos paralelos sus proyecciones son también paralelas. En el caso que nos ocupa del cubo, se trata de un paralelepípedo que se caracteriza porque las caras opuestas son paralelas.

- Perpendicularidad: se aplica a las rectas o planos que forman un ángulo recto entre sí. El ángulo recto es fácil de percibir porque es precisamente el que determinan las dos direcciones espaciales más importantes: la horizontal y la vertical. Tanto en el sistema axonométrico como en el sistema diédrico no se mantiene la perpendicularidad, es decir, elementos perpendiculares en el espacio no se proyectan perpendicularmente, salvo excepciones. En el caso del cubo cada cara es perpendicular a las cuatro colindantes.

DEFORMACIÓN. ESCALAS.

Cualquier sistema de representación necesita proyectar el espacio sobre un plano, y sea cual sea el tipo de proyección, es inevitable la distorsión de los tamaños, las formas, las distancias y los ángulos. Posiblemente esta deformación nos ayude a entender mejor el volumen de los objetos. Y es que la deformación implica siempre una comparación entre lo que es y lo que debería ser. Por ejemplo, cuando vemos un rombo o un romboide lo identificamos como un cuadrado o como un rectángulo (éste es el caso de la perspectiva isométrica).

La perspectiva isométrica es una de los principales sistemas de representación de objetos, se caracteriza por mantener el paralelismo de líneas y no variar las distancias en la profundidad, dichas características ayudan a comprender mejor las formas representadas. Para representar grandes espacios es mejor el sistema cónico en el que las paralelas fugan en un solo punto y las distancias disminuyen, dándonos una mayor sensación de lejanía y se corresponde mejor con la visión de la realidad. El sistema cónico (como ya se ha dicho anteriormente), no ha sido tratado en este trabajo de tesis por los siguientes motivos: es el que más parecido tiene con la realidad (ya que la deformación que se aplica en este sistema es la misma que hace el ojo humano). Además existe mayor información

bibliográfica con enfoques distintos y nuestro interés por la simplificación nos obligaba a prescindir de temas en beneficio del objetivo fundamental del trabajo.

En el sistema axonométrico cualquier proyección conlleva una deformación, los ángulos de las aristas del cubo pasan de ser rectos en la realidad a formar 60 o 120 grados en el sistema isométrico. Las dimensiones de las aristas también sufren modificaciones, en el caso del isométrico una escala de reducción de 0,816.

Tanto en el sistema axonométrico como en el sistema cónico sólo se utiliza un punto de vista lo que obliga a una deformación mayor que en el sistema diédrico. En las dos proyecciones que lo definen la deformación es menor, tanto en cuanto a los ángulos como en las dimensiones. Las caras paralelas a los planos coordenados se proyectan sin ninguna variación en su forma.

Intuitivamente resulta más fácil de reconocer el sistema axonométrico porque la representación se parece más a la realidad, pero es el sistema diédrico quien más datos nos ofrece y quien menos deformación aporta a la pieza, eso sí, necesita de un proceso mental de construcción.

En la informática gráfica, los métodos de visualización de las piezas representadas nos proporcionan un control visual más inmediato. Los programas de CAD de 3D permiten a través de algunas rutinas, situar el plano de representación en cualquier parte del modelo virtual. Conceptualmente, en el dibujo asistido por ordenador, a diferencia de muchas técnicas geométricas clásicas, el objeto se considera fijo mientras que el plano de representación se puede situar intencionadamente en el lugar que puede mostrar en verdadera magnitud el elemento que se quiere analizar. Resulta por tanto relativamente sencillo conocer las distancias entre elementos, los ángulos que forman entre sí, el tamaño o la forma de algunos lados y caras, es decir, cuestiones de gran importancia para la comprensión del volumen.

SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN.

Consideramos la representación gráfico-plástica de la forma sobre el plano, como el resultado de una abstracción a través de un proceso de síntesis en el que aristas, superficies y volúmenes van a transformarse en elementos gráficos dando lugar a una concepción ilusoria, como imagen aparente de tridimensionalidad sobre una superficie. En palabras de Rudolf Arnheim:

“La geometría nos dice que son suficientes tres dimensiones para descubrir la forma de cualquier cuerpo sólido y las ubicaciones relativas de los objetos entre sí en cualquier momento dado.”

“En el estadio de la primera dimensión, la concepción espacial se reduce a una senda lineal. No hay diferenciación de forma...”

“La conquista bidimensional trae consigo dos grandes enriquecimientos. En primer lugar ofrece extensión en el espacio, y por lo tanto diversidad de tamaño y forma... ...En segundo lugar, añade a la sólo distancia las diferencias de dirección y orientación”

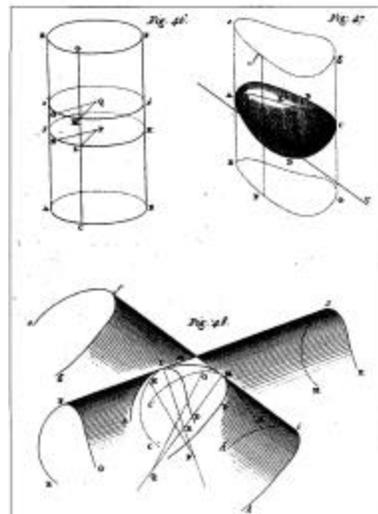
“Finalmente, el espacio tridimensional ofrece una libertad completa: extensión del espacio en cualquier dirección, disposiciones ilimitadas de los objetos y la movilidad total...”⁴

Desde muy antiguo el hombre ha intentado representar lo más fielmente el entorno espacial en el que vive. En un principio éstas representaciones poseían un carácter totalmente intuitivo, pero con la evolución de las técnicas del dibujo se ha producido un desarrollo

⁴ ARNHEIM, R. 1981. Arte y percepción visual. Madrid. Alianza.

fundamentado en la geometría del espacio. Estamos hablando de perspectivas que no siguen las directrices de la proyección cónica. Con el desarrollo de la industrialización, la geometría descriptiva estructurada por Gaspar Monge dejó de estar básicamente ligada a intereses militares, (como ya hemos comentado antes). El propio Monge dejaba claro los principales objetivos de la geometría descriptiva:

“...el primero es representar con exactitud sobre los diseños de dos dimensiones los objetos que tienen tres...” “...el segundo es deducir, de la descripción exacta de los cuerpos, todo cuanto se sigue necesariamente de sus formas y de sus posiciones relativas”.⁵



MONGE, Gaspar. 1794.
“Lección de Geometría Descriptiva”.

La necesidad de trabajar con dibujos a escala que expresaran las medidas exactas de los mismos hizo que tuviera numerosas aplicaciones en el mundo del diseño y fabricación industrial. Las perspectivas axonométricas y caballera tienen un parecido considerable con los objetos tal y como los vemos porque a pesar de ser una proyección bidimensional, se dibuja a partir de las direcciones de tres ejes y por lo tanto se mantiene la idea de tridimensionalidad.

⁵ MONGE, G. 1989. Géométrie descriptive. Sceaux: Jacques Gabay.

Pero su importancia no se reduce al ámbito técnico industrial sino que éstos sistemas de representación tuvieron una importancia dentro del mundo artístico, desde principios del siglo XX hasta nuestros días. La Bauhaus fue posiblemente responsable de la unión de las actividades artísticas y las técnicas, constituyendo por tanto uno de los pilares del diseño moderno. Los artistas de vanguardia también dieron una gran importancia a éste tipo de perspectiva, para ellos era una alternativa a la perspectiva cónica que habían heredado del renacimiento. La multiplicidad de puntos de vista, las vistas ortogonales y la posibilidad de mantener el paralelismo, ofrecían nuevas posibilidades en su expresión artística.

La idea concebida en la mente de un diseñador, arquitecto, etc... antes de pasar a su realización material, debe ser expresada en un lenguaje gráfico y como cualquier otro lenguaje debe ir dotado de un significado (la idea o concepto) y de un significante (de naturaleza material, representación gráfica). El dibujante necesita de un código de signos impresos, mediante los que transmitir su idea a otras personas, las cuales simplemente pueden tener interés en recibir el mensaje o bien su interés puede ser el de convertir en realidad la idea. Por tratarse de un lenguaje universal, cualquiera en cualquier lugar del mundo sabría interpretar lo dibujado.

El lenguaje gráfico de los sistemas de representación, respecto al lenguaje hablado, tiene sus ventajas y sus inconvenientes. Una de las ventajas más importantes es que si se conocen las normas que lo rigen, un plano o un dibujo, pueden percibirse en un solo golpe de vista. Debido a su carácter intuitivo, es más rápida la comprensión de sus elementos; por su carácter matemático, es más preciso; por su carácter geométrico es más claro. La condición fundamental que debe cumplir es la reversibilidad, es decir, toda figura en el espacio puede quedar perfectamente definida en el plano mediante sus proyecciones y del mismo modo dadas las proyecciones de una figura éstas deben servirnos para determinar el objeto espacial del que se trate. De ahí la importancia que en el mundo de la técnica tiene su conocimiento y dominio; pues sólo así, cualquier idea que tengamos podría materializarse con total precisión.

Cualquiera que acceda por vez primera a la representación en perspectiva se puede encontrar con bastantes dificultades para su lectura y correcta interpretación. Tanto la perspectiva cónica como la axonométrica son más intuitivas al tener una relación más próxima con la experiencia visual, al contrario de lo que sucede en la doble proyección del sistema diédrico, que es un sistema más convencional y de mayor dificultad de lectura.

PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

El sistema axonométrico consiste en la representación del espacio tridimensional sobre tres ejes coordenados representados en un espacio bidimensional. Las representaciones tienen apariencia de volumen y, aunque su aspecto no sea realista, si ofrece una apariencia de espacio que cualquier persona sin preparación técnica puede percibir.

En este sistema reunimos en una sola figura las tres vistas del objeto (planta, alzado y perfil) sobre el triedro trirectángulo. Según las direcciones de los ejes y de los coeficientes de reducción que actúan para cada uno de ellos, se dan tres tipos diferentes de axonometrías. Los tipos distintos de perspectivas axonométricas que se pueden obtener, son como sabemos infinitos, pero en la práctica se reducen a unos pocos casos:

- Perspectiva isométrica: los ángulos entre los ejes proyectados son iguales (120°).
- Perspectiva dimétrica: hay dos ángulos iguales y uno desigual.
- Perspectiva trimétrica: los tres ángulos son diferentes.

La perspectiva isométrica es la más empleada, junto con la perspectiva caballera que es un tipo de perspectiva axonométrica.

En los dibujos rápidos y en los bocetos, procedimientos muy propios del diseño, la utilización de la perspectiva axonométrica aporta sencillez y claridad a la hora de visualizar de forma inmediata. El componente intuitivo que hace que la perspectiva axonométrica sea fácil de dibujar y fácil de comprender hace que este sistema aparezca en bocetos a mano alzada o en ilustraciones rápidas en las que lo más importante es el mensaje inmediato y la idea que se quiere comunicar. En palabras de Theo Van Doesburg:

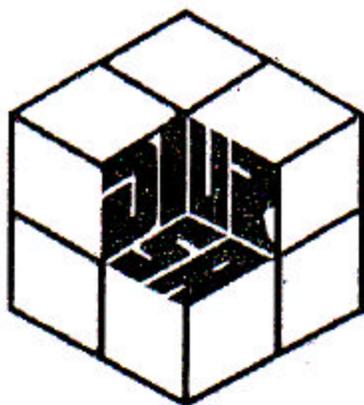
“En la representación bidimensional, el edificio en cambio es percibido inmediatamente y dará paso a un sistema de lectura sinóptico en el que las medidas y las estructuras necesarias puedan extraerse con facilidad. Por supuesto, el proyecto entero deberá ser elaborado también de forma axonométrica desde el fundamento hasta la cubierta”.⁶

En la representación de la figura tridimensional más elemental que existe: el hexaedro o cubo, este sistema nos lo muestra con tres caras deformadas en la dirección de los tres ejes. Su lectura volumétrica que resulta ser bastante clara (incluso para personas que no tengan conocimientos previos) y las posibilidades de visualización desde distintos puntos de vista explican la importancia de esta figura, tanto en el dibujo técnico como en el arquitectónico.

En la representación de interiores y de paisajes, el sistema de perspectiva axonométrica resulta sólo aconsejable en determinadas situaciones. No es idóneo para representar grandes extensiones o para objetos muy alargados en la dirección de la profundidad ya que los dibujos acusarían deformaciones motivadas por una ilusión óptico-geométrica. Las líneas que son paralelas y llevan la dirección de la profundidad, las percibimos en nuestro entorno como convergentes en un punto, esto no ocurre así en este tipo de perspectiva.

⁶ DOESBURG, Theo van. (1985). *Principios del nuevo arte plástico y otros escritos*. Murcia: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos.

Las cualidades que el cubo isométrico tiene como elemento básico del diseño, al margen de su sugerencia de la tridimensionalidad, hacen que sea muy empleado en el diseño gráfico. Geométricamente es una forma interesante compuesta por tres triángulos equiláteros configurando un contorno hexagonal regular. En logotipos o imágenes de marca, tiene un gran campo de aplicación puesto que junto a su atractivo estético hay que añadir su facilidad de lectura y de memorización visual. Con frecuencia se adaptan las letras del producto o de la empresa a la forma del cubo.



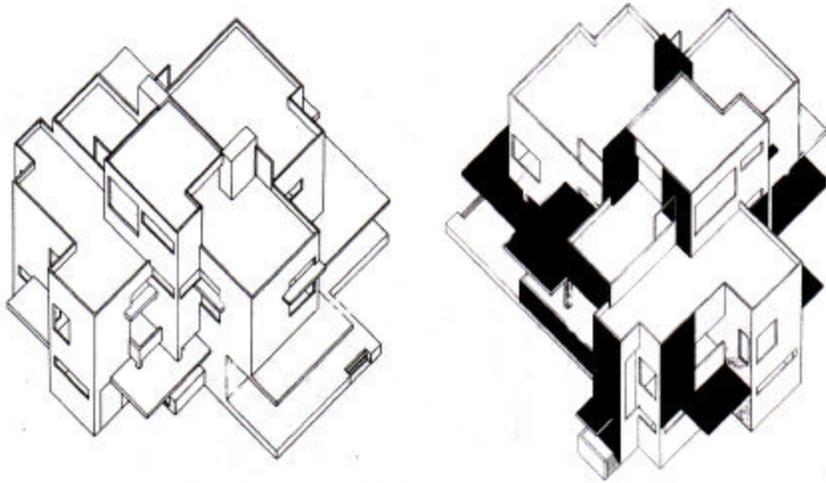
DIURSA
DISEÑOS URBANOS, S.A.

En dibujos de arquitectura tan importantes son sus diseños en perspectiva axonométrica o caballera como las proyecciones diédricas de plantas o de fachadas. Para el arquitecto Helmut Jahn:

“la proyección axonométrica ofrece la mejor representación simultánea planta y alzado, y también la mejor percepción del espacio tridimensional”.

Para el grupo de Stijl que se habría formado por iniciativa de Theo van Doesburg con la colaboración del Neoplasticismo de Piet Mondrian. En el año 1919 el arquitecto escribía:

“actualmente ya comienza a manifestarse al inicio de una arquitectura pensada de modo espacial-funcional, que se dibuja por el método axonométrico. Este modo de representación permite la lectura simultánea de todas las partes de la casa en sus proporciones correctas, incluso desde arriba y abajo...”⁷



Theo Van Doesburg. 1923. “*Maison particulière*”

⁷ CABEZAS. L. ORTEGA, L.F. 2001. Análisis gráfico y representación geométrica. Ediciones Universidad de Barcelona.

SISTEMA DIÉDRICO

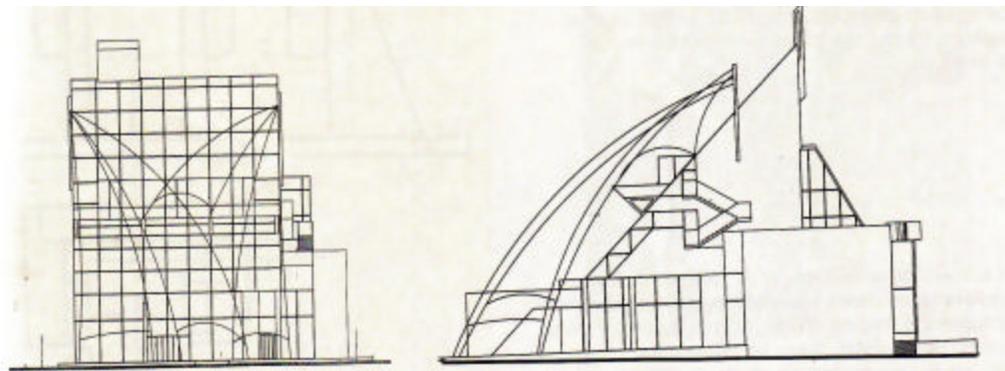
El sistema diédrico como su nombre indica consiste en la representación del espacio tridimensional mediante dos o más proyecciones (normalmente la horizontal y la vertical aunque se pueden dibujar más vistas si se considera necesario) . Para poder expresarse en este lenguaje, el alumno necesita primero aprender a comprender las representaciones diédricas, más complejas que las axonométricas. Con los programas didácticos creados para el ordenador, ayudamos a los alumnos a desarrollar capacidades mentales que les permitan “pensar en perspectiva”. Las actividades no sólo obligan al alumno a resolver mentalmente problemas espaciales sino que además les facilitan la asimilación de conceptos como son la horizontalidad, verticalidad, paralelismo, proyecciones, visualización espacial, etc... Además de familiarizarse con las distintas vistas diédricas con las que definimos cualquier diseño, comprenderá la importancia del punto de vista en la percepción de la realidad.

El sistema diédrico es un sistema de proyecciones cilíndricas ortogonales. Está constituido por dos planos perpendiculares y sobre cada uno de ellos se hallan las proyecciones ortogonales del cuerpo. Uno de los planos es horizontal y le designaremos por plano P.H.; el otro plano es vertical, que le designaremos como P.V. La intersección de estos dos planos es una recta que recibe el nombre de la Línea de Tierra y que la designaremos abreviadamente por L.T. Esta línea de tierra se representa con dos trazos gruesos dibujados por debajo de ella y en sus extremos.

Para poder representar el conjunto del espacio sobre el papel necesitamos abatir el plano vertical sobre el horizontal, utilizando como eje de giro la L.T. (si fuera el plano horizontal el girado daría el mismo resultado).

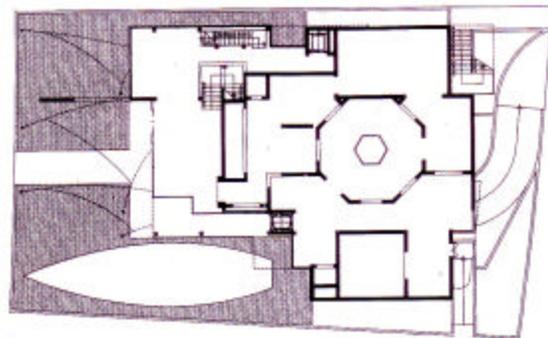
El plano horizontal y el vertical al cortarse dividen al espacio en cuatro cuadrantes, de los cuales Gaspar Monge, el fundador de la geometría descriptiva, fue quien estableció la convención de utilizar un solo cuadrante. Matemáticos posteriores al fundador establecieron el uso de los cuatro cuadrantes, algo que dificultaba el aprendizaje del dibujo, actualmente se considera prescindible e innecesaria esta práctica. Desde el dibujo actual existe un consenso unánime defendiendo la idea de que concebir elementos en cuatro regiones diferentes del espacio, es algo innecesario; por lo que se vuelve a retomar la idea más sensata del propio Monge operando con un solo cuadrante.

La proyección de un punto, de una figura o de un cuerpo sobre el plano horizontal se llama proyección horizontal o planta (para los alumnos tiene un mayor significado la palabra planta que el concepto de proyección horizontal); y la proyección sobre el plano vertical que llamaremos proyección vertical o alzado; en ocasiones necesitamos de una tercera proyección sobre el plano de perfil.



PERFIL

ALZADO



PLANTA



MAQUETA DEL PABELLÓN DE BALEARES
EXPO 92

Cualquier elemento en el espacio tiene dos proyecciones, y éstas dos proyecciones corresponden a ése elemento únicamente. Esta reversibilidad es la propiedad principal de todo sistema de representación, solo así estaremos seguros que este sistema está bien definido.

El sistema diédrico cumple los tres requisitos exigibles a cualquier sistema: representación, resolución y restitución. Comparado con otros sistemas nos permite resolver problemas métricos y posicionales, determinar intersecciones, resolver cuestiones geométricas espaciales de gran complejidad, etc... con mayor claridad y facilidad que el sistema cónico y el axonométrico.

El aprendizaje debe realizarse con cierto rigor geométrico pues sólo así pueden evitarse equivocaciones conceptuales. Teniendo en cuenta que los planteamientos son más abstractos que en el resto de los sistemas, necesita desarrollar procesos mentales en los alumnos que les permitan comprender cada uno de los pasos que dan para no cometer errores de concepto.

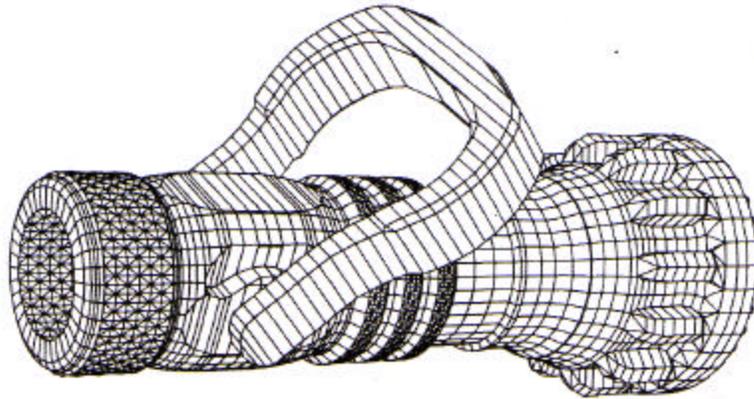
EL CAD Y LA REPRESENTACIÓN TRIDIMENSIONAL

El dibujo es un lenguaje. El CAD (dibujo asistido por ordenador) nos ayuda a mejorar la expresión obtenida con ese medio. Los programas de dibujo asistido tienen aplicaciones muy potentes. La velocidad y facilidad que le caracterizan proporcionan una ganancia de tiempo muy apreciable.

Virtualmente casi todo dibujo que se pueda crear manualmente se podrá generar también con la ayuda del ordenador. Representar cualquier diseño en tres dimensiones a partir de los planos y el reconocimiento de los materiales ya no está limitado a las maquetas. Los modelos volumétricos los podemos representar con las imágenes más avanzadas realizadas por ordenador, ya que se acercan al realismo fotográfico.

El paquete de programas AutoCAD es un potente instrumento de ayuda al dibujo. Al dibujar con este programa hacemos algo más que crear un dibujo. AutoCAD memoriza emplazamientos, tamaños, colores y nos permite continuamente arrepentirnos y modificar o volver atrás paso a paso hasta el origen de nuestro dibujo. El producto final es un dibujo nítido y preciso.

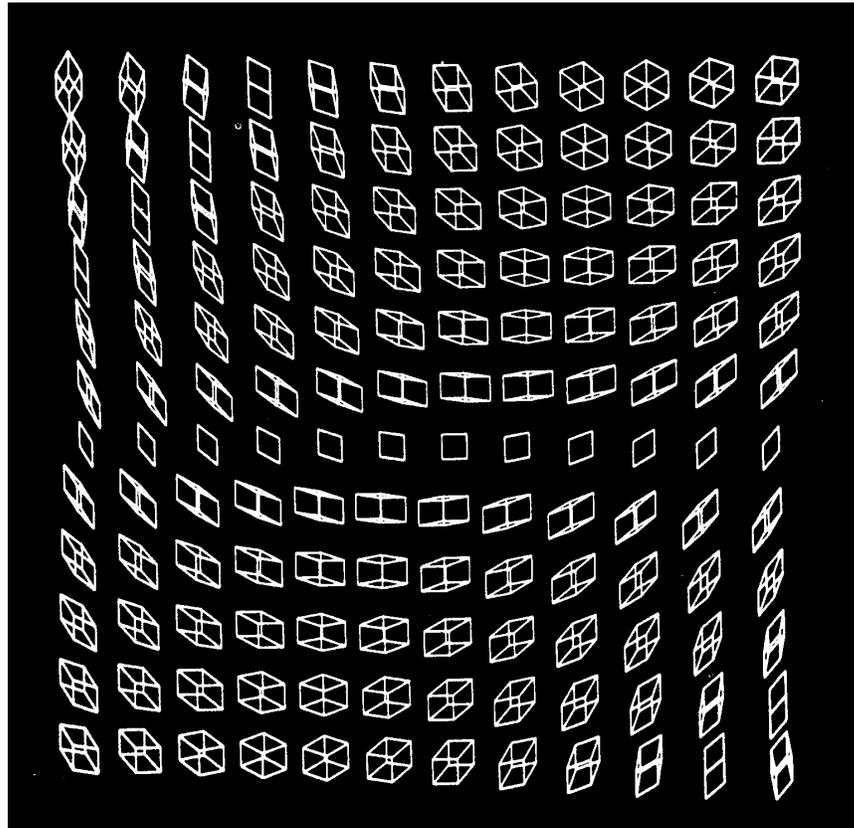
Dispone además de una serie de entidades que sirven para construir el dibujo: punto, línea, círculo, texto, etc... La cantidad de órdenes que nos permite ejecutar es muy amplia, casi diríamos que no hay nada que no podemos hacer; cualquier idea que tengamos puede verse dibujada con relativa rapidez. Las entidades se pueden borrar, desplazar, copiar, cambiar de color, de capa, etc... Así mismo podemos visualizar en pantalla todo el dibujo o sólo una parte de él. Y, por último, el trabajo realizado lo podemos imprimir en papel mediante una impresora o un trazador.



Del programa AutoCAD han salido diferentes versiones al mercado a lo largo de su existencia. Las últimas con las que hemos trabajado son la versión 14, el AutoCAD 2000 y el AutoCAD 2002. Estas últimas versiones se caracterizan porque cuentan con la posibilidad de instalar el producto sobre la plataforma de Windows. Disponemos de barras de herramientas, barras de estado desplazables y configurables y cajas de herramientas agrupadas por finalidades. La pantalla aparece cargada de iconos que se pueden configurar de modo personalizado. Contamos también con una previsualización en miniatura del proyecto junto al nombre del fichero en la lista de directorios. Nos permite una amplia variedad de tipos de texto. Podemos dibujar en un espacio virtual 3D con las mismas entidades que en 2D. El trabajo con ventanas gráficas nos permite trabajar simultáneamente en la pantalla en los dos espacios 2D y 3D.

Su aplicación al diseño industrial arquitectónico y artístico facilita el entendimiento del objeto y evita los problemas que antes sólo se detectaban al concluir el proyecto. Visualizar un prototipo en perspectiva desde cualquier punto de vista es de gran valía para el resultado final de diseño.

En la última década, el CAD ha sido reconocido como instrumento de tratamiento inexcusable en las enseñanzas técnicas y de diseño pero también en las enseñanzas artísticas. Cada vez son más numerosos los artistas que ven el ordenador como un medio de expresión.



REALINI, Giancarlo. (1973). *Transformación rotatoria*.
Dibujo echo por ordenador

Esto nos plantea un reto importante a los responsables de la formación gráfica. La comprensión de la geometría de las formas, tiene por tanto una relevancia mayor, que los trazados. Es un hecho que enfatiza la conveniencia, también la necesidad, de conceptualizar la representación de los procesos formativos y, al propio tiempo, relativizar la exactitud del dibujo manual; porque, en la coexistencia de los procedimientos manual e informático, el primero es portador de los conceptos, mientras que el segundo lo es de las visualizaciones y de los trazados.

El CAD facilita la acción de dibujar, es decir de expresar ideas. El diálogo que se establece con el ordenador es personal e intransferible y además tiene la ventaja de que para hacer cualquier modificación en un plano, basta con recuperar el fichero que lo contiene y actuar en consecuencia: borrar, mover, copiar, seccionar, etc... en un tiempo mínimo si lo comparamos con el trazado manual.

Juan Antonio Sánchez Gallego en su tesis defiende la utilización del ordenador aunque matiza las ventajas:

“Conceptualmente el CAD entraña una diferencia esencial con respecto al dibujo técnico convencional que es la de operar con maquetas virtuales y con riguroso control métrico. Tanto la entrada de datos como su manipulación y el resultado final obedecen a un complejo proceso analítico que permite al usuario ser ajeno al mismo y que opera directamente en tres dimensiones. Proceso cuya evolución se sigue interactivamente en la pantalla con visualizaciones del objeto que mediante salida gráfica, se fijan en los correspondientes dibujos.

Como consecuencia la instrumentalización del CAD aparenta una inversión radical de los procesos de diseño por cuanto las formas se manipulan en 3D y se verifican en imágenes 2D contrariamente al proceso convencional en que las formas se concretan en los planos (2D) para, mediante las correspondientes restituciones, ser llevadas al espacio real con la construcción del objeto o de la maqueta.

No obstante esta concreta diferencia no es radical por cuanto el usuario continúa dominando el proceso mediante la permanente visualización en pantalla de imágenes que generalmente coinciden con las del proceso convencional.”⁸

⁸ SANCHEZ GALLEGO, J.A. 1994. Geometría descriptiva: sistemas de proyección cilíndrica. Barcelona. Ediciones UPC.

Por último mencionar la integración del CAD con el CAM. Para dibujantes, arquitectos, ingenieros o diseñadores es suficiente con el CAD, pero para ir más allá en la solución de ciertos trabajos, se puede acceder a la fabricación asistida por ordenador. Con el CAM, los datos de la pieza definida mediante el CAD pasan directamente a la máquina que la produce. Este control numérico de producción da mejores acabados a los productos.

Muchas empresas, dedicadas, sobre todo, a la obra civil y a la arquitectura, desarrollan sus ideas y llevan a cabo sus proyectos trabajando directamente en tres dimensiones. La especificidad en los programas de CAD en tres dimensiones está llegando a límites insospechados hace veinte años y está permitiendo avances, antes impensables por su enorme complejidad de representación. Un ejemplo lo tenemos en el museo Guggenheim de Bilbao, obra del arquitecto Frank Gehry, que ha sido desarrollado con un programa de tecnología aeroespacial.



MUSEO GUGGENHEIM DE BILBAO

CAPÍTULO VI:
VISUALIZACIÓN ESPACIAL

VISUALIZACIÓN ESPACIAL

INTRODUCCIÓN

El término visualizar viene definido en el Diccionario de la Real Academia Española:

“Representar mediante imágenes ópticas fenómenos de otro carácter./ Formar en la mente una imagen visual de un concepto abstracto./ Imaginar con rasgos visibles algo que no se tiene a la vista”.

Por lo tanto entendemos que visualizar implica tanto representar lo mental a través de formas visuales externas como representar mentalmente objetos visuales (representaciones internas).

El proceso de visualización parece necesitar, según Bishop¹, dos tipos de habilidades:

- Las relacionadas con la captación de representaciones visuales externas.
- Las relacionadas con el procesamiento de imágenes mentales.

Las primeras implican poder leer, comprender e interpretar las representaciones visuales y el vocabulario espacial utilizado en las distintas representaciones.

¹ BISHOP, A. J.2000. “*Matemáticas y educación. Retos y cambios desde una perspectiva internacional*”.Barcelona. Graó.

El segundo tipo de habilidades comprende la posibilidad de manipular y analizar imágenes mentales en otras clases de información, a través de representaciones visuales externas.

Rudolf Arnheim sostiene que existe una interacción estrecha entre percibir y pensar por lo tanto el desarrollo de la percepción es clave en el pensamiento:

“¿Cómo puede haber inteligencia en la percepción? ¿No es la inteligencia algo que concierne al pensamiento? ¿Y no comienza el pensamiento donde termina la obra de los sentidos?. Precisamente, estos supuestos se cuestionarán en lo que sigue. Por mi parte sostengo que el conjunto de las operaciones cognoscitivas llamadas pensamiento no son un privilegio de los procesos mentales ubicados por encima y más allá de la percepción, sino ingredientes esenciales de la percepción misma. Me refiero a operaciones tales como la exploración activa, la selección, la captación de lo esencial, la simplificación, la abstracción, el análisis y la síntesis, el completamiento, la corrección, la comparación, la solución de problemas, como también la combinación, la separación y la inclusión en un contexto”

Y añade:

“...De manera semejante, no veo cómo eliminar la palabra “pensar” de lo que acaece en la percepción. No parece existir ningún proceso del pensar que, al menos en principio, no opere en la percepción. La percepción visual es pensamiento visual.”²

² ARNHEIM, Rudolf. (1977). *Arte y percepción visual. Psicología del arte creador*. Alianza, Madrid.

PERCEPCIÓN ESPACIAL

Muchos conceptos geométricos no pueden ser reconocidos y comprendidos a menos que el estudiante pueda percibir visualmente ejemplos e identificar figuras y propiedades por asociación con conocimientos previos.

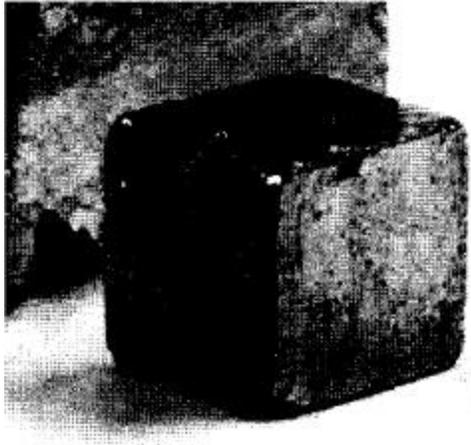
El proceso de aprendizaje de la geometría requiere de la capacidad de distinguir las características esenciales de una configuración espacial particular que aparece dibujada en concreto o mentalmente, a partir de las características accidentales o irrelevantes. El estudiante debe aprender a abstraer y asimilar conceptos para progresar en sus estudios. Resulta por lo tanto muy importante, dar a los alumnos una variedad de estímulos visuales para que pueda generalizar sus imágenes y conceptos acerca de las propiedades espaciales.

Otra consideración importante que debemos tener en cuenta en los procesos de visualización y naturalmente también en los de conceptualización, es la consideración del tipo de espacio en el que se trabaja. Alsina, Burgués y Fortuny³ hacen cuatro diferenciaciones sobre los tipos de espacio con los elementos que caracterizan a cada uno de ellos y con las distintas posibilidades perceptivas para el alumno:

- El micro-espacio: es aquel que necesita el microscopio para ser visto y corresponde al estudio de las estructuras microscópicas. Por ejemplo los cristales de muchos minerales.
- El meso-espacio: es el espacio de objetos visibles y manipulables con las manos, que pueden desplazarse sobre una mesa y su tamaño es aproximadamente hasta la mitad de la estatura de quien los manipula. Por ejemplo determinadas rocas, utensilios, etc...

³ ALSINA, C. BURGUÉS, C. FORTUNY, J.M^a. 1998. *“Invitación a la didáctica de la geometría”*. Madrid: Síntesis.

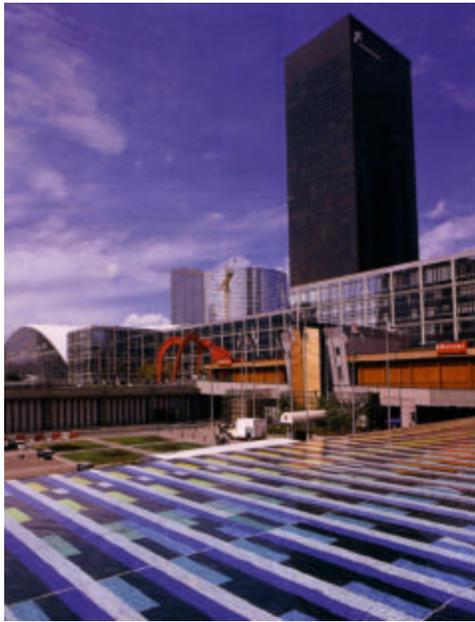
- El macro-espacio: corresponde a un tamaño de espacio que llega a ser cincuenta o cien veces el tamaño del observador. Por ejemplo muebles, edificios, etc...
- El cosmo-espacio: corresponde a grandes espacios en los que el observador debe tener un cierto sentido de orientación y utilizar puntos de referencia. Por ejemplo el estudio de fenómenos ecológicos, geográficos, astronómicos.



Micro-espacio: cristales de minerales
(PIRITA)



Meso-espacio: teléfono móvil



Macro-espacio: edificios



Cosmo-espacio: grandes espacios. (JUPITER)

Las concepciones mentales asociadas a cada uno de ellos son diferentes, puesto que las posibilidades de percepción son también diferentes. Dentro del aula solemos trabajar más el meso-espacio, por ser éste más fácil de percibir y de manipular por el alumno.

CLASIFICACIÓN DE LAS IMÁGENES. IMÁGENES MENTALES.

Podemos hablar de cuatro tipos de imágenes si atendemos a su materialidad: las mentales, las naturales, las creadas y las registradas. Las dos primeras son imágenes no manipuladas, al contrario que las dos restantes obtenidas mediante un sistema de registro que puede ser manual o mecánico.

- Imágenes naturales: son aquellas que el individuo extrae del entorno que le rodea cuando existen unas condiciones lumínicas que se lo permiten. Son el resultado de la percepción directa de la realidad, su soporte es la retina y por tanto sufren las distorsiones propias de ésta. De todas formas poseen el grado de iconicidad más elevado ya que son las únicas que guardan una identidad total con el referente.
- Imágenes mentales: lógicamente se apoyan en las imágenes naturales, pero por paradójico que parezca poseen también ciertos convencionalismos. En algunos casos un contenido sensorial puede ser memorizado de forma abstracta en nuestras mentes. La mente tiene la ventaja de utilizar imágenes registradas de la realidad o incluso de crear imágenes nuevas a partir de éstos registros.

- Imágenes creadas e imágenes registradas: se obtienen como resultado de la manipulación y deben contar con un soporte, este es el caso de la imagen que plasmamos en un papel, un lienzo o en una emulsión fotográfica. Atendiendo a las características espaciales se las divide en bidimensionales o tridimensionales.

Las imágenes son el resultado de una interacción entre la realidad física y todos los elementos y procesos que intervienen en la percepción. Así, si el hombre se comunica según su entendimiento, es decir, según sus procesos mentales, debemos deducir que percibe como se revela. La percepción del entorno, como ya demostraron algunos psicólogos, no puede ser un mero registro mecánico, resulta ser una aprehensión auténticamente creadora “pensar es crear”. La mente funciona como un todo y las ideas que tenemos de las cosas están construídas bajo el juego recíproco de las propiedades aportadas por los objetos y de la naturaleza del sujeto observador.

Con independencia de una relativa libertad interpretativa o de unos concretos convencionalismos perceptivos con los que puede contar una representación, para comunicar la sensación de espacio tendremos que reflejar ciertas propiedades tridimensionales de los objetos. La representación en perspectiva es un trazado manual en el que reflejamos, de distintas maneras dependiendo el sistema de representación empleado, las tres dimensiones que definen el objeto. Incluso Arnheim llega a considerar la perspectiva como un resumen de aplicaciones de las teorías de la percepción del espacio desarrolladas por la psicología de la Gestalt, que inciden tanto en el creador como en el receptor de la imagen.

HABILIDADES DE VISUALIZACIÓN ESPACIAL

Entendemos la visualización espacial como un factor más de la inteligencia, capacidad importante en la resolución de problemas de la vida diaria así como herramienta para determinados profesionales cuyos conocimientos de geometría descriptiva resultan imprescindibles para desarrollar su trabajo. Los alumnos que carecen de esta habilidad recurren a aprenderse de memoria los procedimientos de resolución de problemas, copiar de los compañeros, etc... cualquier cosa es válida para aprobar. Por lo tanto urge encontrar la manera de desarrollar habilidades de visualización, que partiendo de la intuición le lleve a una percepción racional del entorno.

Desde la teoría del conocimiento se suele definir la intuición como el entendimiento inmediato que se tiene de algo sin necesidad de razonarlo. Este conocimiento intuitivo se contrapone al conocimiento lógico como la consecuencia de una deducción racional demostrable intelectualmente.

En la escuela más influyente de las propuestas renovadoras de las vanguardias artísticas, la Bauhaus, Kandinsky profesor responsable de la enseñanza del dibujo analítico explicaba así sus convicciones sobre una ciencia del arte:

“el joven artista, y sobre todo el principiante, debe estar acostumbrado desde un primer momento a un modo de pensar objetivo, esto es científico... El estudiante, por medio de la profundización en los elementos que constituyen la base del arte, recibe - además de la capacidad del pensamiento lógico- el contacto interno necesario con los medios necesarios.”⁴

⁴ WICK, Rainer. 1986. “*Pedagogía de la Bauhaus*”. Madrid. Alianza.

En la enseñanza de la Educación Plástica debemos conocer y tener presente la estrecha relación existente entre pensamiento y representación. La visualización es una habilidad muy importante en nuestra asignatura. Les sirve a los alumnos para comprender mejor conceptos de cosas existentes o para crear cosas nuevas, ya sea sin ninguna intención funcional (arte) o bien para un uso concreto (diseño). El binomio razonamiento-visualización está relacionado con un proceso de abstracción fundamental para el alumno, aparte de ser un aspecto importante del aprendizaje está en la esencia misma del proceso creativo. Por lo tanto deberá ser capaz de conjugar razonamiento, visualización y técnicas de dibujo.

Las habilidades relacionadas con la visualización espacial que se tienen en consideración por muchos autores, se podrían resumir en las siete a las que nos vamos a referir:

- coordinación visomotora. Es la habilidad para coordinar la visión con el movimiento del cuerpo. Si un alumno posee dificultades de movilidad motora, probablemente su preocupación por el trazo al querer hacer una representación correcta le dificulte pensar a la vez en lo que está dibujando.
- percepción figura-fondo. Es la habilidad de identificar una figura separada del amplio espacio que le rodea y que corresponde al fondo. Esta habilidad le permite distinguir las formas huecas de las sólidas y diferenciar distintas figuras juntas apreciando las características de cada una de ellas.
- constancia perceptual o constancia de forma, tamaño y posición. Es la habilidad para reconocer que un objeto (real o imagen mental) posee propiedades tales como el tamaño, textura, forma o posición a pesar de que su imagen cambia al variar el punto de vista del observador respecto del objeto. Esta habilidad ayuda al conocimiento de lo que nos rodea por encima del cambio continuo de apariencia cuando variamos nuestra posición.

- percepción de la posición en el espacio. Es la habilidad de relacionar un objeto o imagen mental respecto al observador, con ella tratamos de comprender que los objetos permanecen invariables con cambios de posición como traslaciones, rotaciones o simetrías.
- percepción de relaciones espaciales entre objetos. Es la habilidad para ver dos o más objetos y las relaciones espaciales que se establecen entre ellos.
- discriminación visual. Es la habilidad de distinguir similitudes y diferencias entre objetos, dibujos o imágenes mentales entre sí. Las actividades de comparar y clasificar objetos o láminas colaboran al aprendizaje de la discriminación visual.
- memoria visual. Es la habilidad de recordar con exactitud un objeto que no permanece a la vista y relacionar sus características con otros objetos presentes o no. La mayoría de las personas retienen de cinco a siete ítems de información visual por períodos cortos de tiempo. Para recordar gran cantidad de información se debe almacenar la misma en la memoria a largo plazo a través de la abstracción y el pensamiento simbólico.

Algunos autores añaden a estas habilidades la de la rotación mental, considerada como la que posibilita la producción de imágenes mentales dinámicas y permite visualizar una configuración en movimiento.

VER CON EL OJO DE LA MENTE

En la sociedad moderna estamos siendo bombardeados día a día, hora a hora, con una cantidad enorme de estímulos visuales y auditivos que tenemos que hacer un esfuerzo consciente para desconectar del mundo exterior y así tomar conciencia de nuestras experiencias internas.

Aunque muchos están convencidos de la separación que existe entre estos dos mundos, entre estas dos realidades, los científicos encuentran cada vez más difícil mantener la diferenciación entre ambos. Lo que las personas “ven” cuando miran un objeto exterior depende mucho de quienes son y de qué les interesa en ese momento. Por ejemplo, mientras una persona común “ve” un cubo metálico como un objeto sólido, el físico tiene una imagen del cubo parecido a un cielo estrellado constituido casi totalmente por un espacio entre átomos. Mientras que la persona común ve el cubo como algo estático, el físico lo ve como gran cantidad de electrones que se mueven a gran velocidad.

Los primeros datos registrados de las experiencias de visualización se encuentran en forma de pinturas. Durante la Edad de Piedra, los hombres de las cavernas pintaron en las paredes de sus cuevas representaciones de imágenes que visualizaban. Suponemos que creían que el ritual de marcar las pinturas con sus lanzas les aseguraría el éxito en la cacería.

Cuando una persona piensa mentalmente en una imagen determinada, el conocimiento que tiene de ella (aunque se trate de una percepción interna) es el mismo que si la percibiera del entorno (percepción externa). A lo largo del último siglo, especialistas en diferentes campos han vuelto a descubrir la existencia y la importancia de la visualización. Historiadores, artistas, arqueólogos, arquitectos y psicólogos han comenzado a estudiar la naturaleza de las imágenes mentales y la aportación según las áreas de especialización. En este momento no hay una visión general de la visualización universalmente aceptada. Lo único que hay

es una tendencia hacia una mayor comprensión en muchos campos y desde muchos puntos de vista.

Desde los tiempos de las pinturas rupestres, el hombre ha exteriorizado sus visualizaciones en forma de obra de arte. Los objetos artísticos y todo tipo de objetos materiales creados por el hombre, tienen su origen en una imagen mental que al materializarla permite hacer partícipe a todo el mundo de esa idea. Una obra de arte necesita de un tiempo de maduración, durante este periodo de tiempo el artista está trabajando mentalmente con esa idea hasta que tiene la necesidad de reflejarla en algún tipo de soporte material.

Los filósofos y los psicólogos han concedido siempre una importancia primordial a las imágenes mentales y a la posibilidad de trabajar con la visualización. Aristóteles creía que el pensamiento estaba compuesto de imágenes. También creía que las imágenes tenían el poder de estimular las emociones de la persona y motivarla a la acción. Locke, filósofo de finales del siglo XVII, afirmaba que el pensamiento consistía en imágenes que se derivaban de las percepciones del mundo exterior. Hasta el comienzo del siglo XX la ciencia aceptó sin discusión la validez y la existencia de imágenes mentales y de la experiencia interna. Pioneros como William James, Francis Galton y Edward Titchener creían que la imagen era un concepto fundamental de la psicología.

Fue entonces cuando psicólogos norteamericanos, guiados por el conductista John Watson, comenzaron a preocuparse por la metodología científica de las ciencias físicas; la psicología se transformó en la ciencia del comportamiento en vez de estudiar los procesos internos. La orientación conductista de la psicología fue tan abrumadora en los Estados Unidos, que prácticamente no se publicó ningún trabajo sobre las imágenes mentales y la visualización durante más de cincuenta años. En los años sesenta, los psicólogos volvieron a interesarse en los más abstractos procesos internos de la mente. El interés por la visualización desde entonces es parte de nuestro clima de pensamiento en occidente. La visualización se emplea en

gran cantidad de técnicas psicoterapéuticas, como son la visualización creativa, la psicosisíntesis y la desensibilización conductista.

Desde que el hombre comenzó a analizar sus experiencias, buscó una explicación para los procesos internos de su mente, para todas esas experiencias invisibles para los demás porque carecen de referencias físicas. Los filósofos han especulado ampliamente sobre la naturaleza de las imágenes mentales y los científicos han descubierto que el fenómeno era difícil de verificar o medir.

Desde 1960 se ha realizado un gran trabajo de exploración y clasificación de las imágenes mentales y de los procesos internos, distinguiendo entre las que corresponden al recuerdo, las de la imaginación, etc... Una imagen de la imaginación puede contener elementos de percepciones pasadas pero dispuestos de forma diferente a la que tenían cuando se percibieron originalmente. No hay discontinuidad entre las imágenes de imaginación que se apoyan en percepciones del pasado y las que están constituidos fundamentalmente por materiales de reciente creación. Lejos de ser caprichosa o de carecer de importancia, este tipo de visualización es la materia prima de la creatividad. Las imágenes de imaginación son una fuente de solución de problemas. Los escritores visualizan a los actores actuando, los artistas plásticos imaginan la obra terminada, los arquitectos sus edificios. Estas visualizaciones son la base del trabajo de la persona creativa.

También se han estudiado las áreas cerebrales específicas que intervienen en los diferentes procesos pensantes. Se sabe que los dos hemisferios cerebrales funcionan de modo muy especializado y diferente. El hemisferio izquierdo, que controla el lado derecho del cuerpo, está implicado en el análisis, el pensamiento lógico y en las funciones verbales y matemáticas. El hemisferio derecho, que controla el lado izquierdo del cuerpo, es fundamentalmente responsable de la orientación en el espacio, del talante artístico, de las habilidades manuales. Este hemisferio es el que tiene que ver con el pensamiento visual, intuitivo y no lineal.

Por su propia naturaleza la visualización es una experiencia, no tiene nada que ver con el pensamiento lógico y racional. Pero también es cierto que esta experiencia puede utilizarse para la resolución de problemas de tipo espacial, sustituyéndose por una percepción externa. Cuando una persona visualiza un objeto conscientemente, puede adquirir la habilidad de mantener un único objeto en su mente, de concentrarse en éste y solo éste objeto, lo que le permite analizarlo y percibirlo con gran intensidad.

DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO ABSTRACTO

Desde la teoría del conocimiento se suele definir la intuición como el entendimiento inmediato que se tiene de algo sin necesidad de razonarlo. Este conocimiento intuitivo se contrapone al conocimiento lógico como la consecuencia de una deducción racional demostrable intelectualmente.

Las representaciones o modelos geométricos externos confeccionados por el docente o realizados por los propios alumnos no sólo sirven para evidenciar conceptos e imágenes visuales internas, sino también son medios de estudio de propiedades geométricas, sirviendo de base a la intuición y a procesos inductivos o deductivos de razonamiento.

Duval considera las representaciones como un simple medio de exteriorización de las representaciones mentales para fines de comunicación, es decir para volverlas visibles o accesibles a otros. Ahora bien este punto es engañoso: las representaciones no son sólo necesarias para fines de comunicación, sino igualmente esenciales para la actividad cognitiva del pensamiento ya que juegan un papel primordial:

- En el desarrollo de las representaciones mentales, como las percepciones lo hacen en la construcción de imágenes mentales.
- En distintas funciones cognitivas: de objetivación (expresión privada con vistas a probar la validez ante uno mismo), que es diferente de la comunicación (expresión para otros, para dar a conocer a otros estructuras y operaciones mentales) y de tratamiento, que no puede ser llenada por las representaciones mentales.
- En la producción de conocimientos: las representaciones semióticas permiten representaciones diferentes de un mismo objeto en la medida en que pueden hacer surgir sistemas semióticos totalmente diferentes. Así el desarrollo de las ciencias está ligado a un desarrollo de sistemas semióticos más y más específicos e independientes del lenguaje natural.

La capacidad de representar imágenes planas, que corresponden a situaciones espaciales tridimensionales, es cada día más imperiosa. Esta capacidad está vinculada con ciertas habilidades necesarias para interpretar las imágenes y para establecer uniones operativas entre las imágenes y la realidad representada. El desarrollo de éstas habilidades plantea problemas didácticos importantes, ya que ciertos investigadores sugerimos la hipótesis de que las capacidades para interpretar los dibujos de este tipo están estrechamente ligadas a las capacidades para reproducirlos y que, por lo tanto, un aspecto como el otro no pueden reducirse a la utilización de conocimientos o habilidades técnicas, sino que requieren de la activación simultánea de habilidades mentales.

Si bien la etapa inicial del aprendizaje de la representación geométrica es la material o manipulativa, para luego pasar a la gráfica o representativa propiamente dicha y por último a la etapa formal o deductiva, los profesores debemos saber que manipular materiales no prepara por sí

mismo al alumno para la representación mental. Muchas veces el alumno ve el material concreto pero no establece las relaciones conceptuales que establece el adulto. Por otro lado cada alumno forma su propia imagen y teoría de la realidad.

“No es el material el que transmite el conocimiento. Es una ayuda para resolver el problema práctico en un cierto contexto. La comprensión y el *insight* están apoyados en el problema o situación, para la cual se construye un modelo geométrico.”
(Freudenthal, 1983.)

Las habilidades lógicas están relacionadas con las habilidades de razonamiento analítico, es decir, las necesarias para desarrollar un argumento lógico. Las formas de pensamiento consideradas dentro del razonamiento lógico son la inducción y la deducción.

Una ayuda para interpretar la evolución del razonamiento geométrico en los alumnos lo constituye el Modelo de Desarrollo del Razonamiento Geométrico elaborado por los esposos Van Hiele⁵:

- Nivel 0: **de reconocimiento**. En este nivel el alumno se maneja sólo con información visual. Se caracteriza porque:
- Usa propiedades imprecisas de las figuras geométricas para compararlas, ordenarlas, describirlas o identificarlas.
- Hacen referencia a prototipos visuales para caracterizar figuras.
- Perciben las figuras geométricas en su totalidad, de manera global, como unidades. Los estudiantes se limitan a descubrir el aspecto físico de las figuras.
- Al identificar o describir figuras, incluyen atributos irrelevantes, normalmente de tipo físico o visual. (por ejemplo la orientación en el papel o el tamaño).

⁵ CORBERÁN, R. Y OTROS. 1994. Diseño y evaluación de una propuesta curricular de aprendizaje de la geometría en la E.S.O. basada en el modelo de razonamiento de Van Hiele. España. CIDE.

- Pueden aprender vocabulario geométrico, identificar formas determinadas y, dada una figura, pueden reproducirla.
- Perciben las figuras como objetos individuales, es decir que los estudiantes no son capaces de generalizar las características que reconocen en una figura a otras de su misma clase.
- Comparan y clasifican figuras geométricas basándose en su apariencia global. Por ejemplo “tiene forma de...”

- Nivel 1: **Análisis:** El razonamiento geométrico en este nivel se caracteriza porque los estudiantes:
 - Son conscientes de que las figuras geométricas están formadas por partes y de que están dotadas de propiedades matemáticas.
 - Cuando se les pide que definan una figura, recitan una lista de propiedades necesarias para identificar la figura, en vez de determinar propiedades necesarias y suficientes.
 - Rechazan definiciones dadas por el libro o el profesor a favor de las definiciones propias. No comprenden la necesidad ni la misión de las definiciones.

- Nivel 2: **Ordenamiento o abstracción.** Algunas de las características más importantes de este nivel de razonamiento son:
 - El alumno comienza a establecer relaciones.
 - Se comienza a comprender el papel de la definición que establece relaciones entre, por ejemplo, una figura y sus partes constituyentes.
 - Construye definiciones correctas y comprende su papel y define clases por sus propiedades específicas. Sin embargo muchos de sus razonamientos siguen apoyándose en la manipulación.
 - Utiliza las representaciones físicas de las figuras más como una forma para verificar sus deducciones que como un medio para realizarlas.
 - Puede entender una demostración explicada por el profesor o el libro de texto, pero no es capaz de construirla por sí mismo.

- Nivel 3: **Deducción.** El alumno en este nivel completa el desarrollo del razonamiento lógico formal adquiriendo las siguientes habilidades:
 - Define correctamente utilizando vocabulario especializado.
 - Acepta la existencia de definiciones equivalentes del mismo concepto y es capaz de demostrar su equivalencia pues comprende las interacciones entre las condiciones necesarias y suficientes.
 - Puede entender y realizar razonamientos lógicos formales.
 - Acepta la necesidad de las demostraciones como único medio para verificar la veracidad de una afirmación.

- Nivel 4: **Rigor.** La geometría está vista en abstracto, sin necesidad de recurrir a modelos concretos. (este nivel ha sido desarrollado escasamente por los van Hiele y en las investigaciones posteriores)

Esta investigación sobre los niveles de pensamiento es válida no sólo para la geometría sobre el espacio bidimensional sino también para el espacio tridimensional. Todos estos niveles de razonamiento no deberíamos tomarlos como una ley indiscutible que caracteriza las formas de pensamiento de nuestros alumnos, pues existen variables como las del contexto, que los van Hiele no tomaron en cuenta para caracterizar sus niveles de razonamiento. Pero sí se trata de un modelo que nos permite reflexionar y nos puede dar pistas sobre una manera de fomentar una real comprensión de conceptos y propiciar la evolución cognitiva de nuestros alumnos.

DESARROLLO DE HABILIDADES DE VISUALIZACIÓN

A través de las distintas actividades del programa de ordenador, proponemos a aquellos alumnos con dificultades de visualización poner en práctica esta habilidad empezando por casos sencillos en los niveles más bajos, hasta casos más complicados en los niveles más altos. A partir de una figura conocida e interiorizada como el cubo (fácil de visualizar), pretendemos llevar al alumno hasta la visualización de conceptos básicos más abstractos como son el punto, la línea y el plano. Las actividades tienen como objetivo el desarrollo de habilidades:

- Visualizar un hexaedro o cubo como elemento reconocible por los alumnos.
- Visualizar la proyección del cubo en axonométrico como un hexágono, comprendiendo las deformaciones propias de este tipo de proyección.
- Visualizar las proyecciones del cubo en el sistema diédrico, comprendiendo el tipo de proyección.
- Transformar y visualizar los múltiples diseños que se pueden crear a partir de la forma cúbica abriendo huecos.
- Distinguir las formas huecas tanto en la proyección axonométrica como en la diédrica.
- Comprender como varía la visualización de una pieza dependiendo del punto de vista del observador.
- Reconocer los distintos elementos que componen la forma cúbica: vértices, aristas y caras.

- Relacionar la proyección axonométrica de los elementos del cubo con la proyección de puntos, rectas y planos en este sistema.
- Relacionar la proyección diédrica de los elementos del cubo con la proyección de puntos, rectas y planos en este sistema.
- Comprender los conceptos de horizontalidad y verticalidad y visualizarlos en los distintos diseños.
- Visualizar rectas y planos horizontales y verticales, comprender cómo se proyectan tanto en axonométrico como en diédrico.
- Comprender los conceptos de paralelismo y perpendicularidad y visualizarlos en los distintos diseños.
- Resolver distintos planteamientos de elementos como el punto, la recta y el plano desde el razonamiento espacial.
- Practicar la visualización y memorización de distintos diseños cúbicos, así como distintas posiciones de los elementos básicos: puntos, rectas y planos.
- Visualizar dos o más elementos básicos analizar las relaciones espaciales que se establecen entre ellos.
- Visualizar distintos movimientos sin variación de la forma: zoom, traslación, rotaciones o simetrías.
- Desarrollar una agilidad mental para imaginar cualquier diseño tanto en axonométrico como diédrico.

Es frecuente oír a los alumnos comentar al principio que: “no entiendo nada”, “¿por qué me dicen que es perpendicular cuando yo no lo veo así?” o “lo de la visualización no es lo mío”. En estos casos tenemos que conseguir que no dejen de intentarlo, tenemos que explicarles que en esta vida la mayoría de las cosas hemos necesitado aprenderlas, no nacimos sabiendo. El aprendizaje es siempre un proceso largo y difícil por que no sale bien en los primeros intentos, pero si no se desaniman y persisten acabarán consiguiéndolo.

El objetivo es que desarrollen su capacidad espacial y para ello tienen que practicar la visualización antes que nada; pero a aquellos que les cuesta un poquito más, antes de que se desanimen, se les puede proponer que practiquen con un lápiz y un papel. Posiblemente el poder reflejar en un soporte material lo que están visualizando les de más seguridad. Con el tiempo, confiarán cada vez más en sus capacidades visuales y ellos mismos irán prescindiendo del soporte material, sobre todo en casos sencillos.

El tanteo, método de ensayo y error, en los intentos de visualización suele ser muy común, no pasa nada, por eso no deben dar importancia a sus equivocaciones. En este continuo juego de visualización, análisis y rechazo estamos desarrollando mecanismos mentales que ayudan a aumentar nuestra capacidad espacial. Con la práctica el alumno aprenderá a hacer todo tipo de variaciones de diseño: componiendo, descomponiendo, aplicando giros, simetrías, etc...

El programa registra los errores de los alumnos, por lo tanto no resulta difícil para los profesores saber cuales son las actividades en las que más fallan los alumnos y por tanto podremos reforzar la programación en ese punto.

El grado de destreza es tal, que ellos mismos se sorprenden con los resultados que poco a poco van consiguiendo. Aquellos ejercicios que en un principio parecían de dificultad, van dominándolos y con ello aumenta la confianza de los alumnos en sus propias capacidades.

Con el objeto de alimentar el espíritu de curiosidad y aumentar el interés en aquellos alumnos que van consiguiendo una cierta agilidad sería conveniente aumentar el grado de dificultad de las actividades, por ejemplo, proponiendo aquellas en las que aparecen dos vistas diédricas en vez de tres, diseños cada vez más complicados, etc... Los alumnos comprobarán como obtendrán buenos resultados casi de forma intuitiva.

CAPÍTULO VII:
EDUCACIÓN Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

EDUCACIÓN Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

INTRODUCCIÓN.

Las nuevas tecnologías deben estar al servicio de la educación, serán un instrumento para unos fines y no al revés. Las nuevas tecnologías nos permiten hacer un cambio en la metodología, también afectan a la organización del aula e incluso llegan a influir en la naturaleza y en los objetivos mismos de la educación.

En un primer momento se entendía por Tecnología Educativa el conjunto de medios auxiliares, refiriéndose fundamentalmente a los medios audiovisuales. Junto a estos medios se han ido incorporando los medios informáticos, lo que nos obliga a encontrar una serie de criterios y normas que nos permitan emplearlos según unas estrategias óptimas.

El desarrollo de la Tecnología de la Educación ha de investigar los mecanismos del aprendizaje, para no dejar de ser medios y convertirse en fines, marcando ella misma los objetivos de la educación aún de manera indirecta. Según consideraciones recientes publicadas en la prensa especializada en Nuevas Tecnologías Didácticas, se piensa en los ordenadores como artefactos materiales auxiliares de trabajo. Pero el ordenador puede ser una herramienta que potencie el conocimiento de la mente y desarrolle los distintos procesos que la integran. Además tenemos a favor la actitud de los alumnos ya que aceptan de buen grado las nuevas tecnologías.

Algunos profesionales de la educación no sabemos qué hacer con el ordenador, es una herramienta que produce respeto, por no decir recelo y por este motivo no nos decidimos a incorporarla a la práctica docente. Este recelo se justifica en parte porque no hay evidencias sobre la efectividad real del uso de las nuevas tecnologías en el aprendizaje, también influye el desconocimiento de los ordenadores y del uso de los programas, o quizás la falta de medios y el poco tiempo disponible.

El mundo de la informática ha evolucionado de tal manera que el tiempo que los alumnos necesitan para aprender a utilizar estas herramientas, es mucho menor que el que deben emplear los docentes. Lo que está claro es que se trata de herramientas que formarán parte del aula en un futuro muy próximo, y los profesores tendremos la obligación de utilizarlos aprovechando sus ventajas en beneficio de la práctica docente. Hay que tener en cuenta que la revolución informática no sólo llega a los centros de las grandes ciudades sino que se han extendido llegando a centros escolares de pequeñas poblaciones. Por lo tanto debemos ser conscientes de que la utilización de las nuevas tecnologías supone cambios importantes en las formas de aprendizaje de los estudiantes, en la formación de éstos y en la necesaria adaptación del profesorado.

Para crear un programa o simplemente para utilizar el ordenador como herramienta dentro del aula, no sólo es importante que el docente tenga conocimientos sobre los programas relacionados con su materia, sino que además tendrá una base mínima de informática que permita su manejo.

EL ORDENADOR EN EL AULA

Desde la escuela debemos plantearnos como objetivo principal capacitar a nuestros alumnos para que sepan desenvolverse en este mundo, debemos plantearnos también como enseñar a manejar la información. El

objetivo debería ser la formación de personas autónomas que sean capaces de conseguir aquellos conocimientos que necesiten en un momento dado, conocimientos que muchas veces aparecerán posteriores a su período de escolarización, y por lo tanto, jamás podrían haber aprendido en la escuela. Para ello, además del manejo de los recursos tradicionales (libros de texto, enciclopedias, material gráfico, experimentación, etc...) aplicaremos las posibilidades que hoy ofrecen las nuevas tecnologías.

Los profesores sabemos que en la tarea educativa deben utilizarse los recursos didácticos necesarios para desarrollar de un modo lo más eficaz posible la acción docente. Por lo tanto, las innovaciones tecnológicas deberían servirnos para favorecer nuestro trabajo y para poder preparar mejor a los alumnos en su camino de maduración social e intelectual.

Algunos profesores objetan que lo que el alumno puede aprender a través del ordenador, también puede conseguirlo mediante métodos tradicionales; otros por el contrario, se muestran ciegamente partidarios de su uso generalizado. En nuestra opinión se trata de posturas demasiado radicales, no creemos que deban ignorarse las posibilidades del ordenador como una herramienta potente al servicio del proceso educativo, como tampoco creemos en su uso como sustituto de la enseñanza tradicional.

José Manuel Sánchez Bautista en su tesis doctoral, entre otras conclusiones hace la siguiente afirmación:

“La calidad final del proceso educativo no dependerá, únicamente del nivel tecnológico de los medios empleados ni de su coste, sino más bien de la utilización selectiva de éstos, según las estrategias docentes más adecuadas.”¹

¹ SANCHEZ BAUTISTA, JOSE MANUEL. 1996.El ordenador en la didáctica del dibujo técnico. Tesis Doctoral de la Universidad Politécnica de Valencia.

Al final de la década de los setenta y comienzo de los ochenta se veía el ordenador como un instrumento revolucionario aplicado a la educación. Hoy en día sigue presentándose como una herramienta de gran capacidad de transformación de los procesos de enseñanza, aprendizaje y educación. Muchas de las percepciones que los profesionales de la enseñanza tienen sobre las nuevas tecnologías dejan entrever o aluden directamente a la ausencia de un marco teórico específicamente pedagógico que interprete adecuadamente no sólo las posibilidades sino también los requisitos que han de cumplirse para que se produzca una relación idónea entre las nuevas tecnologías y la educación.

Nadie pone en duda que buena parte del software que hoy se autocalifica de educativo carece totalmente de fundamentación pedagógica y en otras ocasiones, son herramientas apoyadas en unas interpretaciones teóricas manifiestamente insuficientes e incluso erróneas desde una perspectiva educativa.

La amplia oferta que en estos momentos existe en el mercado de programas de formación en entornos virtuales la hace sospechosa de los procesos lucrativos por los que se rige, y al contrario, la educación está tardando en responder a las posibilidades y exigencias de los nuevos escenarios, lo que resulta también sospechoso para la pedagogía.

El Ministerio de Educación, con el Proyecto Atenea, introdujo en los centros escolares aulas de informática a disposición de los profesores, se pretendía que su uso fuese generalizado entre los alumnos (al menos esa era su intención); la realidad ha sido otra.

A pesar de la inercia de estudiantes y profesores hacia las formas tradicionales de impartir sus clases y de la resistencia de la Administración a una auténtica renovación pedagógica que incluya una inversión importante en medios informáticos, el futuro pasa por una cierta renovación de la enseñanza en este sentido. No creemos que el libro desaparezca al menos en un futuro próximo.

Los medios audiovisuales tradicionales (diapositivas, retroproyector, vídeo, etc..) irrumpieron con fuerza en las aulas hace años y el tiempo ha demostrado que sólo en casos puntuales son eficaces. Lo más preocupante de dichos medios es la actitud pasiva del estudiante. El ordenador en cambio convierte al alumno en protagonista de su propio aprendizaje, ofreciendo además otras ventajas.

Bork define así el fenómeno de las nuevas tecnologías:

“ Estamos asistiendo al establecimiento de una gran revolución en la educación. Una revolución sin precedido desde la invención de la imprenta.”²

La idea inicial de introducir el ordenador en la escuela para suplantar el papel del maestro hoy no tiene cabida. El papel del ordenador se incluye dentro de las actuales metodologías de la enseñanza. Así como hoy no se considera al profesor único conocedor y transmisor de contenidos, tampoco el ordenador puede volver a concepciones pedagógicas antiguas.

La misión primordial del profesor es ayudar al alumno para que éste pueda responsabilizarse de su propio aprendizaje y a formar parte del ambiente escolar. Al igual que el bolígrafo ha sustituido a la pluma y el vídeo a las imágenes fijas, el ordenador no es el centro del aula sino una extensión instrumental en manos del profesor y del alumno.

En el uso de las nuevas tecnologías el profesor asume la responsabilidad de exponer a los estudiantes las ventajas que pueden proporcionarles dentro de los programas de estudio.

Hoy existe preocupación por el conocimiento de los requisitos pedagógicos que han de orientar la elaboración del material educativo para ordenador, y confianza para usar diversificadamente las herramientas informáticas.

² BORK, A. (1985). *El ordenador en la enseñanza*. Barcelona: Gustavo Gili.

La enseñanza a través del ordenador concibe al alumno como un sujeto activo constructor de su aprendizaje, y al profesor, como organizador, supervisor y evaluador de las actividades.

Los profesores en general siempre hemos puesto reparos a la incorporación de los ordenadores a nuestra actividad docente. En un estudio reciente sobre la utilización de las NNTT por profesores universitarios, realizado por Cabero³; éste destaca entre otras las siguientes razones para el rechazo:

- Escasa preparación de los profesores para la integración de los medios y nuevas tecnologías en sus prácticas educativas.
- Mayor nivel de formación en los medios audiovisuales que en los medios informáticos.
- La formación que poseen los profesores es básicamente una formación instrumental, existiendo grandes carencias en la formación para el uso didáctico de los medios y para el diseño y producción de materiales.

A las razones dadas por Cabero quizás tendríamos que añadir:

- Temor ante la presencia de una herramienta desconocida para el profesor pero familiar para el alumno. Esto hace que los profesores se refugien en una actitud defensiva para no quedar en evidencia delante de sus alumnos que podían superarle en conocimientos.
- Resistencia a introducir elementos innovadores en la actividad docente, preferencia por los medios convencionales, ya que la utilización de las NNTT le obliga a una preparación continuada para estar al día.

³ CABERO, J. (2001). *Tecnología educativa. Diseño y utilización de medios en la enseñanza*. Barcelona: Paidós.

- Desconocimiento de las posibilidades que ofrece la integración del ordenador en el ambiente escolar al no someter a un mínimo análisis crítico las diferentes facetas que pueden cubrirse con las aplicaciones de la informática en la escuela.

Para que los ordenadores entren con normalidad en el aula como una herramienta más tendríamos que conseguir:

- Disipar el miedo en el profesorado en cuanto a que el ordenador pueda sustituirle en la tarea educativa.
- Vencer la oposición a utilizar las nuevas tecnologías.
- Proporcionar una formación adecuada, objetiva y racional.
- Ofrecer todo tipo de ayuda humana, técnica y material a los profesores, favoreciéndose la utilización del ordenador, sin que esto les suponga un mayor nivel de exigencia.
- Elaborar un “software” didáctico que responda a las necesidades reales que tiene el profesor en su trabajo.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL ORDENADOR FRENTE AL PROFESOR

Por más que los profesores nos preparemos la clase, la práctica docente ante los estudiantes hace que el desarrollo en el aula sea impredecible. Las miradas de los alumnos, los silencios, las interrupciones, los imprevistos, la propia relación con el grupo hace que reorientemos nuestra explicación cuando lo consideremos necesario adaptándonos al

ritmo que marcan las circunstancias. Esta es una de las estrategias básicas de la docencia: ser capaces de modificar nuestro discurso para elaborar otro que responda a las necesidades del grupo de estudiantes que tenemos delante. Lo mismo ocurre con las actividades programadas para el aula, están siempre abiertas a modificaciones a lo largo de su desarrollo dependiendo no sólo de la respuesta del grupo en general, sino de cada individuo en particular; pudiéndose incluir los refuerzos que se consideren oportunos según las necesidades del momento.

En una programación tenemos en cuenta la estructura del aula, la presentación que haremos de los contenidos, los recursos físicos a los que los estudiantes pueden acceder, los tiempos de exposición, etc... e incluso como se sitúa el grupo y cómo se ayudan a superar los contenidos entre ellos.

En la formación a través del ordenador esto es mucho más difícil, porque no podemos ver la cara del estudiante que está delante de la pantalla y tampoco se puede interrumpir la actividad cada vez que éste precise una explicación concreta. Por lo tanto a la hora de diseñar un programa hay que intuir de alguna manera sus necesidades, sus dudas y sus reacciones. Tendremos que conocer de antemano sus capacidades potenciales y sus limitaciones, y deberíamos hacer un material que se pueda adaptar lo mejor posible a este entorno, sabiendo que se trata de un entorno virtual de aprendizaje. El éxito de las actividades en CD-ROM está en proporcionar a cada alumno el material más conveniente según sean sus necesidades educativas.

El ordenador no deja de ser una herramienta más a disposición de profesores y alumnos, y por supuesto tiene sus ventajas e inconvenientes. En cuanto al tema que nos ocupa que son los sistemas de representación, podemos destacar las siguientes ventajas:

- Los alumnos con problemas de destreza manual pueden obtener un resultado visual final de calidad.

- No se producen errores de precisión en el trazado, lo cual ayuda a comprender mejor la idea que se ha querido plasmar.
- Las ideas se ejecutan con mayor rapidez que con el dibujo manual.
- La velocidad de plasmación de ideas permite al alumno dedicar más tiempo a pensar otras nuevas.
- Ahorramos trabajo con opciones como borrar, copiar, aplicar escalas, simetrías, etc...
- Mayor facilidad la representación plana de elementos tridimensionales ayudándonos de rejillas ya diseñadas que ofrece el programa.
- Podemos realizar diseños en el espacio tridimensional, cuya visualización desde cualquier punto de vista se aproxima bastante a la realidad.
- Posibilidad de interacción del alumno buscando dentro de las infinitas vistas posibles, aquellas que más le interesen.
- Nos permite hacer diseños de cierta complejidad en 3D utilizando opciones como uniones, secciones e intersecciones de sólidos.
- Posee una gran capacidad de almacenamiento de imágenes y facilidad para modificar cualquier contenido, pudiéndose hacer las adaptaciones que se consideren convenientes en cualquier momento.

- Con conocimientos básicos de programación, se pueden plantear actividades de transmisión de contenidos, facilitando el trabajo del profesor.
- Liberando a los profesores de algunas tareas la atención de los alumnos puede personalizarse.
- El acceso del alumno a los contenidos de las actividades es más rápida, y realiza mayor número en menor tiempo además de los beneficios que suponen para el aprendizaje la corrección inmediata.
- Al convertir al estudiante en protagonista de su aprendizaje, pasa de ser un observador pasivo a ser un activo participante en la construcción de su conocimiento.
- El espacio virtual permite al alumno un aprendizaje interactivo; en el caso del espacio virtual 3D, aprende a manipular los objetos buscando el punto de vista más adecuado que le permita obtener la información que desea.

Como cualquier otro recurso didáctico debemos tener presente los inconvenientes que plantea:

- Existe una formación del profesorado para la utilización de los distintos programas, pero no en cuanto a las posibilidades pedagógicas de éstos.
- Dada la escasa formación, el miedo a lo desconocido impide a muchos profesores su utilización.
- Hay una escasez de material didáctico de calidad en nuestra materia y con pocas posibilidades de manipulación que permitan al profesorado hacer las variaciones que considere oportunas.

- El material didáctico se plantea de una forma general para todos los alumnos, no permite una personalización instantánea como las actividades de clase donde la presencia del profesor es continua.
- Aparte de la manipulación con el ratón, no desarrolla ninguna destreza manual.
- Si se utiliza durante mucho tiempo no sólo conseguiremos que disminuya la motivación entre los alumnos sino que también puede producir fatiga visual.
- Es más apropiado para un trabajo individual que en grupo.
- Los ordenadores con los que están equipadas las aulas de informática de los centros educativos suelen tener escasa capacidad (no nos permite utilizar el espacio virtual 3D) y además no hay un ordenador por alumno.

Estamos de acuerdo en que la informática ha transformado el mundo de la producción, de los negocios, la administración y nuestro entorno cotidiano, por lo tanto esta transformación lo queramos o no, llegará también a la enseñanza; y por supuesto, a las enseñanzas artísticas.

JON BARREDO CAHUE se pregunta en su tesis qué está sucediendo con el dibujo. Según él esta entrando en un periodo de crisis, sustancialmente, por la puesta en marcha de los nuevos planes de estudio y por la presencia de las herramientas informáticas que con sus programas 3D utilizan los mismos fundamentos conceptuales y espaciales de los sistemas de representación con unos rendimientos sorprendentes.

“En mi opinión es evidente que decrece el interés de esta materia lejos de la reflexión espacial que supone. Me planteo la necesidad de producir la docencia y la investigación en este campo en relación con el desarrollo de los factores espaciales de la inteligencia, ligando la imaginación espacial, la manipulación de la forma y su representación plana objetiva, es decir tratando de dotar la práctica con los sistemas de un perfil característico fuera del cual cambiaría su sentido en la docencia...”⁴

Muchos profesionales del dibujo nos hemos cuestionado el futuro de nuestra materia. En ese sentido Gracia Ruiz Llamas y Laura Sahagún hacen la siguiente reflexión:

“Son el dibujo y su disciplina una práctica condenada a ser relegada por la omnipotencia del dios de la máquina?, ¿realmente vale la pena aprender a percibir, a pensar y a proyectar a través de nuestros propios recursos –cerebro, ojo y mano- cuando alguien más rápido puede hacerlo por nosotros?”

Ellas mismas parecen contestar a alguna de estas preguntas cuando más adelante dicen:

“Un diseñador inculto o incompletamente formado nunca podrá crear productos culturales, sino deshechos, y sólo contribuirá a la progresiva contaminación visual y material de su entorno.”⁵

Nuestro trabajo de investigación incide precisamente en esta idea, es decir, compaginar la transmisión de contenidos, con el desarrollo de factores espaciales de la inteligencia. Con la evolución de la informática dentro de unos años posiblemente el tema de los sistemas de representación será poco útil para los alumnos, tal y como está planteado, Tendremos que darle otro enfoque.

⁴ BARRADO CAHUE, JON. La investigación en Dibujo: el ámbito de los sistemas de representación. Congreso Nacional del Dibujo elaborado en la Facultad de BBAA en la Universidad de Granada.

⁵ RUIZ LLAMAS, G. y SAHAGÚN SOTO, L. (2003). “Problemas del diseño en la era de la digitalización”. *Arte, Individuo y Sociedad. Nº 15*. UCM Madrid.

PROGRAMAS DIDÁCTICOS

La primera aplicación importante del ordenador es posiblemente la de ayudar al docente a individualizar el proceso de aprendizaje. Gracias a los programas de ordenador, donde se establecen distintos niveles de conocimiento, los alumnos pueden aprender a su propio ritmo.

Para Juan Beltrán Chica:

“El ordenador aporta a la pedagogía del dibujo y más concretamente a la didáctica de los Sistemas de Representación novedades que enriquecen y abren un abanico de posibilidades a la hora de elegir recursos didácticos a emplear.”⁶

Otra ventaja de la tecnología multimedia, es el tipo de software que permite desarrollar. Un CD-ROM puede contener gran cantidad de información y por este motivo es posible crear programas muy completos para la enseñanza, reunidos en un soporte fácil de manejar y que ocupa poco espacio.

Entre los programas de ordenador algunos reciben el calificativo de educativos. Esta etiqueta suele asignarse sobre todo a aquellos productos realizados con una finalidad instructiva o formativa. Entre ellos son básicamente instructivos los pensados para transmitir un determinado contenido, pero también existen programas de ayuda para adquirir una determinada habilidad o para el desarrollo de estrategias. No todos los programas educativos son iguales, según sus características podemos clasificarlos en: tutoriales, de práctica y ejercitación y de simulación (algunos programas pueden ser mixtos).

⁶ BELTRÁN CHICA, JUAN. 1990. La enseñanza de los sistemas de representación asistida por ordenador. Universidad de Granada.

- Programas tutoriales: pretenden enseñar una serie de contenidos a través de la interacción del usuario con el programa. Lo importante es cómo se organiza el conocimiento y las estrategias de enseñanza que incluye para conseguir el aprendizaje del usuario.
- Programas de práctica y ejercitación: tienen por objeto proporcionar al alumno la oportunidad de practicar una determinada tarea una vez obtenido los contenidos necesarios para el dominio de la misma. Facilitar la habilidad y la rapidez de resolución de las actividades planteadas. Este es el caso de nuestros programas 2D<>3D.
- Programas de simulación: tienen por objeto proporcionar un entorno de aprendizaje abierto basado en modelos reales. Este tipo de programas permite al usuario experimentar y contrastar diversas hipótesis. Los entornos de simulación constituyen uno de los materiales más claros de programas abiertos y de gran utilidad para la enseñanza. Todo programa de simulación es abierto, aunque sea en una mínima proporción, debido a que permite al usuario variar algún parámetro de control de simulación. Este es el caso de nuestro programa de espacio virtual 3D.

LA CREACION DE PROGRAMAS UN PROCESO MULTIDISCIPLINAR

Desde que las NNTT han irrumpido en el mundo de la formación de manera definitiva, se ha convertido en indispensable el trabajo en equipo. La elaboración de materiales didácticos para utilizar a través del ordenador, exige la confluencia de al menos cuatro disciplinas básicas que entrarán en

juego de manera diferente y ponderada de las que se necesita una formación:

- Tecnología Informática. Los materiales didácticos sean los que sean deben funcionar y hacerlo correctamente.
- Diseño gráfico. Está demostrado el efecto positivo que pueden proporcionar un buen diseño de pantalla que facilite el uso del programa evitando confusiones o contaminaciones visuales que lleven a error.
- Pedagogía. En un programa de formación virtual, no se trata de enseñar, se trata de facilitar el aprendizaje. Y esto se hace mejor si se conocen las estrategias por las cuales una persona aprende y si se conocen los métodos que hagan que una persona con dificultades de aprendizaje tenga acceso a los contenidos. Es precisamente el arte de hacer fácil el aprendizaje.
- Los contenidos de la materia que quiere enseñarse. En nuestro caso los sistemas de representación y su relación con la visualización tridimensional, cuyos contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales se tienen en cuenta en la elaboración del material didáctico. Sin tener un conocimiento profundo de la materia resultaría muy difícil intentar transmitir conocimientos a través de cualquier medio.

Los que nos dedicamos a la enseñanza sabemos que no existen soluciones milagrosas; por lo tanto, no podemos suponer que la informática va a ser el remedio a todos los problemas de aprendizaje. Pero sí es cierto que nos plantea un reto importante, que no es el de estar siempre a la última en cuanto a la utilización de los productos que salgan al mercado. Sería mucho más interesante tener una actitud abierta pero crítica respecto a lo que nos ofrecen, manteniendo una capacidad de integración de todo lo que suponga una mejora.

ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE LOS PROGRAMAS

Cualquier acción formativa tendrá que pasar necesariamente por una fase de análisis y definición con la finalidad de:

- Adecuarla a la etapa educativa en la que van a aplicarse.
- Ajustarla a la programación prevista.
- Darle la carga lectiva que creamos conveniente en relación a las habilidades o contenidos que van a adquirirse.
- Plantear unos objetivos acordes a las necesidades de aprendizaje de los alumnos.
- Presentar contenidos adecuados al nivel del alumno, partiendo de contenidos previos.
- Integrarla en el entorno de aprendizaje del alumno.

Es importante pues hacer un análisis de las habilidades y procesos necesarios para la consecución de los contenidos, darles un sentido en el contexto en el que tienen que desarrollarse, evitar la fragmentación de las secuencias de aprendizaje y, así, ofrecer una acción formativa eficaz en la cual el alumno desarrolle al máximo su capacidad. Es interesante que esta fase quede bien definida para que en la fase de diseño pueda avanzarse con acierto y concretar al máximo el enfoque pedagógico.

DISEÑO Y CONCRECIÓN DE LOS PROGRAMAS

Con el uso de los materiales multimedia, las instituciones que se dedican a la formación quieren dar un paso adelante en la utilización de las nuevas tecnologías como recursos educativos, de modo que puedan crearse materiales didácticos que faciliten la consecución de un tipo de aprendizaje comprensivo. Esto no significa un aprendizaje memorístico de conceptos sino que se pretende hacer responsable al estudiante de su progreso diseñando material en función de sus capacidades y conocimientos previos.

Diseño formativo: se trata de un nuevo concepto necesario para un mayor aprovechamiento de las herramientas multimedia. Se trata de un proceso imprescindible que defina y concreta cómo tienen que ser todos los elementos que configuran una acción formativa. Para crear nuestro material didáctico hemos seguido los siguientes pasos:

- Analizar las necesidades de aprendizaje y el entorno en el que se producen.
- Determinar los objetivos de la formación.
- Escoger los recursos más adecuados teniendo en cuenta los procesos de aprendizaje.
- Desarrollar las actividades que permiten la asimilación de los contenidos.
- Diseñar una evaluación adecuada que nos permita intervenir para mejorar aquellos aspectos que consideremos necesarios.

Nos encontramos ante el desafío de tener que utilizar adecuadamente las posibilidades que nos brindan la tecnología multimedia para ofrecer un aprendizaje significativo llegando más allá que los materiales didácticos tradicionales. Ha sido necesario que tengamos en cuenta todos los elementos que intervienen en el diseño formativo de una acción de formación concreta. En este sentido la coherencia de los materiales con la acción docente, con la funcionalidad de su entorno y con las relaciones que puedan desencadenarse, nos ha parecido fundamental. La metodología estará al servicio de los objetivos de aprendizaje, por lo tanto, nuestra disciplina o materia requerirá métodos, recursos y técnicas concretas para ser más efectivo.

Gillespie afirma que una acción formativa bien diseñada tendría que incorporar los aspectos más apropiados de las teorías del aprendizaje:

“Eso es lo que nosotros, como diseñadores de formación de entornos de aprendizaje concretos, tendríamos que esforzarnos en conseguir combinando nuestra peripeca y conocimiento de las teorías conductistas, cognitivistas y constructivistas del aprendizaje con otras disciplinas (la multimedia) podremos diseñar y ofrecer las soluciones más adecuadas a las diferentes situaciones de aprendizaje y mejorar los resultados.”⁷

Wilson y Ryder reflexionan sobre cómo el concepto de diseño formativo, con la introducción de las nuevas tecnologías y la creación de los entornos virtuales de aprendizaje, está cambiando la filosofía inicial. Así pues, no se hablará tanto de diseñadores formativos como de diseñadores o especialistas en el apoyo al aprendizaje.

- ⁷ ZARAGOZA, J. M^a, y CASSADÓ, A. (1990). *Enseñanza Asistida por Ordenador (motivaciones, desarrollo y valoración de una experiencia)*. Madrid: Bruño.

Pero independientemente del modelo, o del nombre o de la teoría o teorías que apliquemos, estamos de acuerdo en que, generalmente, se produce aprendizaje a partir de una combinación de múltiples factores más o menos estándares como la motivación, la activación de los conocimientos previos, las actividades de aprendizaje, los materiales, las habilidades, los procesos, las actitudes, el entorno de interacción, la reflexión y la evaluación. El diseño formativo tiene una misión: combinar estos factores de la manera más eficaz posible para que el individuo aprenda.

Uno de los retos es proponer un diseño apropiado que tenga en cuenta los diferentes perfiles de estudiantes, con motivaciones y necesidades diferentes. En esta fase comenzamos a actuar de lleno en el diseño formativo en cuyo proceso:

- Determinamos la arquitectura general de la acción formativa, diseñamos la estructura de todos los elementos que intervienen y determinan sus funcionalidades. No sólo tenemos en cuenta la estructura general sino que hemos concretado los elementos que forman parte de cada uno de los bloques y qué función cumplen.
- Proponemos el tipo de recurso metodológico que tenemos que utilizar. Los estudiantes necesitan aprender a analizar, observar, razonar y visualizar espacialmente los distintos casos. Por lo tanto determinamos el tipo de recurso más adecuado para conseguir los objetivos que queremos alcanzar.
- Diseñamos las actividades de aprendizaje. Tenemos en cuenta que estas actividades deben trabajar las diferentes estrategias (comparar, clasificar, deducir, abstraer, analizar, razonar, etc...) y deben garantizar que el aprendizaje tendrá lugar.

Para que así sea, hemos intentado que las actividades cumplan una serie de características:

- Activan los conocimientos previos.
- Permiten la adquisición de contenidos.
- Desarrollan la visualización espacial.
- Motivan y provocan curiosidad.
- Permiten evaluar el rendimiento.

El diseño funcional de una parte de los programas propuestos consiste básicamente en:

Respuesta correcta	Solución aclaratoria	Siguiente pregunta
Respuesta errónea	Rectificación y solución aclaratoria	Siguiente pregunta

Son programas en los que el alumno debe ir respondiendo a las distintas cuestiones que se le plantean. Su empleo en clase, supone a los profesores una cierta comodidad, ya que, utilizamos el ordenador como suministrador de actividades pudiendo controlar además su progreso sin tener que corregir. Cuando el alumno ha alcanzado un grado satisfactorio

fijado por nosotros a través del nivel que marca el programa, podemos ofrecerle un nivel mayor de dificultad.

Si por el contrario, falla mucho en algunas cuestiones determinadas, nos podemos plantear una ayuda tanto en la explicación teórica como en la posibilidad de darle programas de refuerzo en ese mismo nivel. Con este tipo de programas, el alumno aplica los conceptos teóricos explicados en clase poniéndolos en práctica (es decir visualizando cada cuestión y tratando de razonar espacialmente para dar una solución). Su aplicación puede resultar sumamente útil ya que el alumno debe resolver muchas cuestiones en muy poco tiempo lo que le obliga a pensar mentalmente con una cierta rapidez de reflejos.

El ordenador es, por tanto, un material de refuerzo para los alumnos, no pretendemos utilizarlo como un sustituto sino simplemente como un elemento más de apoyo cuyas ventajas debemos tener en cuenta.

ESPACIO 3D

Para cualquier aprendizaje debemos pasar por una etapa previa de observaciones. En el caso del espacio tridimensional las experiencias perceptivas visuales han de constituir la base sobre la cual fundamentar las actividades y abstracciones posteriores. Observar no es fijarse, no es mirar, es comprender lo común que puede haber en elementos diversos, notar lo diferente en objetos y lo característico de cada cosa.

En nuestro caso, en primer lugar el alumno puede observar aquellos objetos que tengan que ver con los sólidos geométricos en el entorno natural, social, técnico y artístico. En segundo lugar cabe observar las representaciones gráficas y su correspondencia o fidelidad con la realidad

que reflejan. En tercer lugar la observación puede ir dirigida hacia cualquier material didáctico disponible en el aula como el espacio 2D y 3D.

Sin duda, los ordenadores han hecho una irrupción positiva en el campo de lo representacional, tanto para ayudar a expresar imágenes y concepciones internas como para motivar procesos cognitivos:

“Las acciones personales de manipulación, comparación y comprobación que se deben añadir a la observación, pueden agilizarse por la tecnología informática, dado que permite representar gran cantidad de manipulaciones físicas, que de tratar de hacerlas concretamente retrasarían notablemente el proceso conceptual subyacente en la resolución de algunos problemas y/o harían tedioso el registro de traza”⁸

Esquema didáctico:

Observación	Interiorización	Abstracción
Actividades	Reflexión	Generalización

La observación libre debe ir acompañada de una observación provocada, en la cual, el alumno trata de buscar respuestas a sus dudas, curiosidades o preguntas planteadas en clase. Bien a través de preguntas

⁸ AZINIÁN, H. (1997). *Resolución de problemas matemáticos. Visualización y manipulación por computadora*. Buenos Aires. Novedades educativas.

orales o cuestiones por escrito las observaciones se orientan hacia aspectos, que pudieran en principio parecer obvios, pero que a lo mejor para el alumno no lo son y posiblemente le ayuden a descubrir elementos de gran interés. Son las observaciones las que motivarán o actuarán de referencia para un proceso de aprendizaje que le llevará hasta la abstracción de conceptos y análisis de propiedades. Por este motivo, la manipulación del alumno de los diseños virtuales va acompañada de una ficha de cuestiones que debe resolver, esta ficha le va a permitir familiarizarse con un vocabulario técnico y avanzar en la representación tridimensional.

Consideramos que una observación carente de una actuación personal puede ser una curiosidad pero no un aprendizaje. Actuar es añadir a la observación acciones personales de comparación, comprobación, manipulación, etc... Se trata de una actividad personal que le ayuda a interiorizar los problemas, las posibles vías por las cuales llegará a la solución o soluciones; todo esto le permite avanzar en su proceso de aprendizaje.

Superadas las etapas de observación, actuación, reflexión e interiorización se puede pasar al proceso de abstracción. Abstractar será reconocer lo que hay de diferente o de común en los objetos o en las situaciones, lo que permitirá determinar el campo de validez de una propiedad, ver las variantes bajo las cuales el resultado sigue siendo cierto, simplificar la situación real esquematizándola y concretando la idea. A menudo, los procesos de abstracción llevan a nuevas preguntas, conjeturas que no tienen respuestas obvias o conocidas, dejando siempre cuestiones abiertas que pueden contribuir positivamente en el desarrollo intelectual del alumno.

Con el programa espacio 3D pretendemos introducir al alumno en un espacio virtual en el que aparecen representados una serie de elementos simples diseñados a partir de formas simples. Se utilizan para experimentar y poner al alumno en situaciones muy próximas a la manipulación que podría

tener del objeto en la realidad. Con esta simulación estamos proporcionando al alumno un modelo para superar las dificultades conceptuales con las que se enfrenta en la primera fase de la percepción espacial; le estamos proporcionando un instrumento más en su proceso de aprendizaje que le llevará hasta la fase de abstracción. Para el alumno las simulaciones le ofrecen un grado de interactividad que le permite variar la situación de lo que observa como quiera, buscando el punto de vista que le permita trabajar aquellos aspectos visuales que más le interesen.

La observación del espacio virtual creado, va acompañado de una ficha de trabajo con la que pretendemos crear en el alumno una actitud activa frente a la pantalla del ordenador. En estas fichas obligamos al observador a verbalizar y expresar gráficamente los resultados de su experiencia visual y cuyos objetivos son:

- 1.- Familiarizarle con un vocabulario propio de los sistemas de representación.
- 2.- Observar detenidamente el planteamiento que le hemos propuesto.
- 3.- Mantener una actitud activa frente al problema resolviendo las cuestiones verbales que aparecen.
- 4.- Realizar las representaciones gráficas que se pidan.
- 5.- Comprobar y razonar las soluciones dadas.

El lenguaje escrito y gráfico es un procedimiento más que ayuda al razonamiento y por tanto de la conceptualización; a esto hay que añadir la experiencia personal de percepción para que el aprendizaje tenga un mayor éxito.

ETAPAS EN EL DISEÑO DE UN PROGRAMA E.A.O.

Muchos profesores elaboran su propio material para emplearlo en clase de diferentes formas: apuntes, ejercicios, fichas de trabajo, fotocopias, etc... Para ello utilizan herramientas que conocen y dominan. Crear material educativo para ordenador supone aprender nuevos conocimientos y adquirir técnicas de trabajo distintas a las habituales, además de una inversión de tiempo para manejarlas satisfactoriamente.

Los aspectos más importantes que hemos tenido en cuenta, en el diseño de las actividades por ordenador, han sido los siguientes:

- El interfaz de comunicación que proponemos en el programa con el alumno hemos intentado que sea claro, conciso, que no provoque errores.
- El control del programa lo tiene el alumno quien está informado sobre los botones que aparecen en pantalla (responder a las distintas cuestiones, etc...)
- Para que no le resultara complicada su ejecución, se mantiene la sencillez y una cierta uniformidad en el diseño de pantalla (aparecen casi siempre las mismas teclas produciendo los mismos efectos). Proporcionamos un ambiente de seguridad y además hace que se mantenga la atención sobre los aspectos puramente educativos más que los operativos.
- El programa se utiliza con relativa facilidad, no son necesarios conocimientos de informática.
- En cuanto a la legibilidad de los textos, los mensajes son cortos y claros y no deben permitir doble interpretación.

- Los contenidos son adecuados al nivel de los alumnos; con una redacción clara. Incluso hemos valorado el diseño, el tamaño y el color de las letras para facilitar en la medida posible su lectura.
- Para cada tipo de actividad existe una única manera de responder y se mantiene uniforme a lo largo del programa.
- Los mensajes que informan al alumno sobre la valoración de una respuesta se presenta de forma inmediata, se trata de un mensaje corto, no ofensivo, de fácil interpretación y que se mantiene el tiempo que el alumno necesite para ser leído ya que es el propio alumno quien debe anularlo.
- El diseño de las pantallas, aunque es sencillo, si creemos que presenta el contenido de una forma adecuada, hemos apostado por la sencillez y la claridad para no caer en el error de pantallas muy densas, repletas de información o de colores que puedan despistar o que no inviten al alumno a fijarse en ellas.
- Hemos sopesado la posibilidad de efectos sonoros y los rechazamos por que no teníamos claro que pudieran servir para aumentar la motivación del alumno y sí perjudicaría al resto de los compañeros aumentando el nivel sonoro de la clase y no favoreciendo la concentración.
- Se ha optado por no introducir ningún dibujo innecesario que pudiera crear una cierta contaminación visual sin aportan nada interesante.
- En cada cuestión, se informa al instante al alumno sobre sus aciertos y sus errores, apareciendo al final de forma confidencial el resultado final de la actividad.

- La distribución de los diferentes elementos que configuran la estructura de la pantalla la hemos hecho con la mayor coherencia posible, dejando la parte inferior de la pantalla para visualizar las teclas más significativas de respuesta o volver al menú.

Las fases o etapas que han sido necesarias para diseñar un programa de E.A.O. son:

1.- Diseño pedagógico. Dentro de esta fase consideramos:

- Idea inicial. Teníamos preparado un material para un cuaderno de trabajo en el que a través de una serie de actividades el alumno podría desarrollar su capacidad de visualización espacial. Nos planteamos el empleo del ordenador como una herramienta que nos facilitaría estas actividades y empezaron a surgir ideas.
- Contenidos y objetivos educacionales. Planteamos el diseño de las actividades teniendo en cuenta los contenidos y los objetivos previstos en la programación.

2.- Diseño técnico. Al realizar el diseño técnico, tuvimos en cuenta:

- Posibilidades del ordenador. El diseño estaba supeditado a las prestaciones de los ordenadores con los que íbamos a trabajar, que dada su escasa capacidad condicionaban la complejidad del programa: el tipo de letras, el tamaño, los diseños gráficos necesarios, color, etc...

- Hacer el prediseño. Es el aspecto más técnico del proceso y para ello requerimos la ayuda de un especialista en informática, quien nos informó de las posibilidades del programa sobre todo en la presentación por pantalla. Le hicimos partícipe de nuestro diseño, de cómo, cuándo y dónde queríamos que apareciesen en pantalla las representaciones gráficas, las preguntas, mensajes y la forma de puntuar cada actividad.
- 3.- Realización del programa. Junto al programador y mediante un lenguaje Visual Basic, concretamos los aspectos relacionados con el diseño y la configuración del programa EAO.
- 4.- Evaluar el programa. El programa es sometido a distintas comprobaciones:
- Paralelamente a la realización del programa, lo fuimos sometiendo a distintas comprobaciones y verificaciones de tipo técnico.
 - Aparte de la revisión técnica también hemos hecho una evaluación desde el punto de vista pedagógico del material resultante.
 - Finalmente, lo aplicamos en distintas sesiones de trabajo con los alumnos para los que fue diseñado el programa y anotamos las reacciones y situaciones surgidas y no previstas con anterioridad.

Después de todos estos procesos de comprobación y evaluación, procedimos a la modificación de los programas, hasta obtener el diseño definitivo.

EVALUACIÓN DEL PROGRAMA CREADO

Hemos valorado los siguientes aspectos:

- Grado de satisfacción de los alumnos con respecto a su realización.
- Contenidos acordes a lo propuesto en la programación.
- Materiales adecuados y suficientes.
- Actividades propuestas adecuadas para la consecución de los contenidos.
- Dinámica de la clase.
- Trabajo del alumno y mejora en su rendimiento.
- Las actividades permiten una adaptación al ritmo de aprendizaje de cada alumno.
- Favorecen la retroalimentación positiva del alumno mediante la corrección inmediata de las respuestas.
- Utilizan reforzadores positivos que permitan mantener un diálogo adecuado según la respuesta dada por el alumno.
- Comprometen al alumno en su propio proceso de aprendizaje.
- Estimulan su aprendizaje al utilizar un procedimiento distinto que posiblemente sea más motivador.

- Ofrecen una amplia gama de ejercicios que permite trabajar la visualización espacial desde distintos puntos de vista.
- Tratan los contenidos propios del área.
- Aumentan la visualización espacial y con ello la confianza del alumno en sus propias posibilidades.
- Estimulan la superación personal porque el alumno es el primero en conocer los resultados de su intervención.

CAPÍTULO VIII:
INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS, ANÁLISIS
E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

INTRODUCCIÓN:

La investigación experimental la hemos llevado a cabo durante el curso escolar correspondiente al año 2003-04. Pretendíamos estudiar la repercusión que las actividades diseñadas para el ordenador tienen en la mejora de dos factores de la inteligencia: la visualización espacial y el razonamiento abstracto.

ALUMNOS:

Los alumnos que han participado en la experiencia son alumnos de Leganés, una población que se encuentra cerca de Madrid. Las edades de estos alumnos van desde los 12 a los 16 años. La mayoría podríamos decir que son de clase media/baja.

La distribución del número de alumnos por curso y grupo es la siguiente:

CURSO:	Nº de alumnos:	Repetidores:
1º C E.S.O. (experimental)	19	0
2º C E.S.O. (control)	20	5
2º D E.S.O. (experimental)	25	6
3º A E.S.O. (control)	17	5
3º C E.S.O. (experimental)	31	21

Hemos pasado dos pruebas (el pretest y el postest), en un intervalo de tiempo de ocho meses, que no es mucho tiempo. No obstante, tenemos que tener en cuenta que estamos hablando de unas edades (12 a 16 años) en las que se producen importantes transformaciones en los alumnos:

- Intelectualmente: se produce el paso del pensamiento concreto al pensamiento abstracto.
- Emocionalmente: gran necesidad de ser aceptados por sus iguales, son más independientes y críticos con los mayores.
- Corporalmente: pasa en poco tiempo de niño a adulto, con los múltiples cambios que eso conlleva.

SELECCIÓN DE GRUPOS

La autora de esta tesis ha escogido los grupos que le correspondían a la profesora interina, última en la elección de grupos (esta circunstancia nos garantizaba que no había una intención previa por trabajar con los mejores grupos del instituto). Por otro lado, al ser los seleccionados de una misma profesora (tanto los grupos experimentales como los grupos control), no se apreciarían diferencias en cuanto a la forma de explicar los contenidos así como en el desarrollo de los distintos procedimientos. Se ha dado la circunstancia que a mediados del mes de mayo, esta profesora se ha cogido una baja maternal; este incidente ha afectado por igual a todos.

En cuanto a la formación de grupos en el IES “Julio Verne”, en el primer ciclo de la ESO se hace de forma aleatoria; en el segundo ciclo se plantean una serie de condicionantes. En 1º de la ESO normalmente se intenta mantener los grupos de procedencia de los colegios de primaria. En 2º de la ESO apenas hay cambios de alumnos de un grupo a otro, son casos puntuales con el único objetivo de conseguir una mejora del ambiente de trabajo y un cambio de actitud de algunos alumnos. Nunca los cambios se hacen con la intención de clasificar según resultados académicos. En definitiva los grupos de 1º y 2º suelen ser heterogéneos y no hay razón a priori para pensar que un grupo pueda ir mejor que otro.

En 3º de la ESO no ocurre lo mismo, en este curso las optativas determinan la formación de los grupos, concretamente las del área artística son las elegidas en general, por los alumnos con peores resultados académicos. El grupo 3º ESO-C elegido como grupo experimental está formado por los alumnos que cursan la optativa de Imagen y Expresión. En este grupo hay 31 alumnos matriculados de los cuales 12 son repetidores y 11 han pasado a 3º con más de tres asignaturas suspensas (pasaron automáticamente por no poder repetir un mismo curso dos veces); es decir, sólo 8 alumnos no han tenido dificultades en sus estudios. Han dado resultados bajos en el Pretest, comparado con 3º ESO A (elegido como

grupo control) cuya asignatura optativa es el Francés. En este grupo el número de alumnos matriculados es de 17, de ellos sólo 5 son alumnos repetidores.

A los grupos experimentales les explicamos la experiencia en la que iban a participar. Los alumnos no sólo no se negaron a participar en la experiencia sino que la posibilidad de trabajar con el ordenador les motivaba especialmente, excepto los alumnos de tercero que en un principio no mostraron mucho entusiasmo. Las sesiones de trabajo en el aula de informática han resultado muy positivas dado el interés que mostraban los alumnos tanto en las explicaciones previas como en la realización de las actividades. En cuanto al grupo de tercero, ha sido muy gratificante ver como iba aumentando la motivación según iba avanzando la experiencia, hicieron el postest muy concentrados y con gran interés (no ocurrió lo mismo en el pretest en el que me encontré un grupo desanimado que no veían claro para qué les podía servir toda la experiencia).

El programa experimental de ordenador se ha seguido con los alumnos en la 3ª Evaluación, la correspondiente al estudio del espacio tridimensional en todos los grupos, según la programación del departamento de artes plásticas.

HORARIO LECTIVO

Grupo control: dos periodos lectivos de una hora a la semana.

Grupo experimental: dos periodos lectivos de una hora a la semana.

En las actividades del ordenador se ha invertido un tiempo aproximado de 10 minutos por alumno y por periodo lectivo.

EVALUACIÓN

Los instrumentos que nos han permitido evaluar distintos aspectos de la experiencia han sido:

- Pre-test de razonamiento abstracto y capacidad espacial. Hemos utilizado esta prueba en un principio como evaluación inicial que pasamos a los alumnos en el mes de octubre, al principio del curso escolar.
- Post-test de razonamiento abstracto y capacidad espacial. Al final de la experiencia, en el mes de mayo, les pasamos de nuevo a todos los grupos un test para comprobar la variación producida y sacar así las conclusiones oportunas.
- La duración de cada test es de veinte minutos y el intervalo de tiempo transcurrido entre el Pretest y el Postest ha sido de ocho meses.

El objetivo de la aplicación de los tests ha sido analizar la posible incidencia de nuestra experiencia en la mejora de la capacidad intelectual.

TEST UTILIZADOS. FICHA TÉCNICA.

- Nombre: Tests de Aptitudes Diferenciales, Versión 5 (DAT-5), Niveles 1 y 2.
- Autores: George K. Bennett, Harold G. Seashore y Alexander G. Wesman.
- Procedencia: The Psychological Corporation, San Antonio (Texas), propietaria del "Copyright" original.
- Adaptación española: Departamento I+D de TEA Ediciones, S.A.

- Aplicación: Individual y colectiva.
- Ámbito de aplicación: *Nivel 1*: 1º a 4º de la ESO, cuyas edades oscilan entre los 12 y 16 años.
- Duración: La duración es de veinte minutos para el de razonamiento abstracto y otros veinte minutos para el de percepción espacial, dejando al menos diez minutos entre ambos.
- Finalidad: Evaluación del Razonamiento abstracto y la percepción espacial.
- Baremación: Diversas muestras de escolares y profesionales.
- Descripción de los test:
 - *Razonamiento abstracto*: se trata de una medida no verbal de la habilidad para razonar. Evalúa cómo los sujetos pueden razonar con figuras o dibujos geométricos. Está constituido por ítems que requieren completar series de figuras, y aprecia la habilidad para continuar una serie geométrica en la que cada elemento cambia de acuerdo con una regla determinada. Se pide al sujeto que descubra la regla implícita en la ordenación y, de acuerdo con ella, decida cual sería la próxima figura en la serie. La puntuación de Razonamiento Abstracto será relevante en tareas escolares u ocupaciones que exigen esta habilidad para establecer relaciones entre objetos en función de su tamaño, forma, posición, cantidad, etc..., más que entre palabras y números. Por ejemplo las áreas de matemáticas, informática, diseño, etc...
 - *Percepción espacial*: Mide la habilidad para visualizar un objeto de tres dimensiones a partir de un modelo

bidimensional e imaginar cómo aparecería este objeto si sufriera una rotación espacial. Cada problema presenta un modelo, seguido de cuatro figuras tridimensionales. El sujeto debe elegir la única figura que podría construirse a partir del modelo. Esta aptitud es requerida en profesionales que se dedican a la decoración, arquitectura, arte, diseño, etc...

NÚMERO DE ALUMNOS QUE HAN PARTICIPADO EN LA ACTIVIDAD.

En el grupo de 1º ESO C; el número total de alumnos que han participado en la actividad es de 19, de los que 17 han hecho el pretest y el postest. Al ser el único grupo de este nivel de la profesora que participa en la experiencia lo cogimos como grupo experimental. Si hubiéramos elegido como grupo control un primero de la ESO de otro profesor tendríamos que introducir en la valoración de la experiencia otras variables que complicarían la investigación, por eso decidimos trabajar sólo con los grupos de la profesora interina. Así asegurábamos que la única variación en el proceso de aprendizaje en los grupos control y experimental era nuestro programa informático.

En el grupo de 2º ESO C; el número total de alumnos que han participado en la actividad es de 20, de los que 17 han hecho el pretest y el postest. Lo hemos elegido como grupo control.

En el grupo de 2º ESO D; el número total de alumnos que han participado en la actividad es de 25, de los que 21 han hecho el pretest y el postest. Hemos escogido este grupo como experimental por ser de los dos segundos el más numeroso y el que peores resultados han obtenido en el pretest en la percepción espacial.

En el grupo de 3º ESO A; el número total de alumnos que han participado en la actividad es de 17, de los que 14 han hecho el pretest y el postest. Lo hemos elegido como grupo control porque ha dado mejores resultados en el pretest.

En el grupo de 3º ESO C; el número total de alumnos que han participado en la actividad es de 29, de los que 24 han hecho el pretest y el postest. Nos ha parecido interesante elegirlo como grupo experimental por dos razones: el elevado número de alumnos y los malos resultados académicos de la mayoría.

APLICACIÓN DE LOS TESTS

Antes de comenzar, hemos dado a los alumnos instrucciones precisas de cómo debían realizar el test, advirtiéndoles que debían hacerlo en un tiempo marcado de veinte minutos. A cada alumno le proporcionamos el cuadernillo de problemas y la hoja de respuestas. En primer lugar se les pidió que rellenaran los datos correspondientes en la hoja de respuestas. A continuación explicamos los ejemplos que ilustran la primera hoja de cada test, apoyándonos en estos ejemplos los alumnos comprendieron en qué consistía la tarea que íbamos a realizar. Cuando todos los alumnos comprendieron lo que les pedíamos, comenzamos a contar el tiempo, dejando toda la actividad pasados los veinte minutos fijados.

TABLAS DE DATOS: PUNTUACIONES DIRECTAS Y CENTILES.

1º ESO - C (experimental)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)		RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)	
	(P. Directas)	(P. Centiles)	(P. Directas)	(P. Centiles)
1	20	60	15	40
2	10	10	9	20
3	17	50	10	25
4	17	45	25	80
5	9	15	11	20
6	16	40	26	80
7	13	30	17	50
8	7	10	11	20
9	15	35	19	50
10	24	75	28	85
11	10	25	14	35
12	17	45	31	90
13	18	55	25	75
14	19	50	28	85
15	14	30	15	35
16	21	65	32	95
17	11	25	19	60

1º ESO - C (experimental)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)		PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)	
	(P. Directas)	(P. Centiles)	(P. Directas)	(P. Centiles)
1	32	95	33	95
2	5	5	20	70
3	21	75	27	90
4	11	15	27	85
5	17	40	27	85
6	25	80	44	99
7	24	80	18	55
8	13	4	11	15
9	7	5	7	5
10	32	95	44	99
11	23	80	14	35
12	29	90	42	98
13	21	30	35	97
14	18	50	33	95
15	19	55	26	80
16	27	85	33	95
17	16	45	22	75

2º ESO - C (control)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)		RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)	
	(P. Directas)	(P. Centiles)	(P. Directas)	(P. Centiles)
1	11	10	10	10
2	10	10	18	25
3	23	40	25	45
4	12	10	13	15
5	17	25	24	40
6	21	40	28	65
7	15	20	29	70
8	18	25	20	30
9	5	2	8	5
10	13	15	14	15
11	11	10	13	15
12	14	15	26	55
13	20	30	27	65
14	11	10	21	40
15	25	45	24	40
16	9	5	9	10
17	18	25	20	30

2º ESO - C (control)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)		PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)	
	(P. Directas)	(P. Centiles)	(P. Directas)	(P. Centiles)
1	15	20	13	20
2	12	15	17	30
3	31	75	34	85
4	20	50	12	15
5	28	60	39	95
6	24	65	30	75
7	25	70	27	70
8	22	60	27	70
9	13	20	18	25
10	15	20	21	40
11	17	25	18	25
12	25	55	30	65
13	9	10	17	30
14	12	15	27	60
15	24	55	31	75
16	16	25	15	25
17	19	45	26	70

2º ESO - D (experimental)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)		RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)	
	(P. Directas)	(P. Centiles)	(P. Directas)	(P. Centiles)
	1	19	25	25
2	7	5	8	5
3	20	30	29	75
4	9	10	9	10
5	12	10	20	30
6	27	60	34	90
7	19	25	17	25
8	30	75	33	85
9	10	10	20	30
10	19	25	31	85
11	28	65	33	85
12	15	20	12	10
13	17	25	18	25
14	22	45	26	60
15	18	25	20	30
16	22	45	32	80
17	14	15	6	2
18	16	20	23	40
19	2	1	4	5
20	8	5	12	15
21	15	20	24	40

2º ESO - D (experimental)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)		PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)	
	(P. Directas)	(P. Centiles)	(P. Directas)	(P. Centiles)
1	26	55	39	95
2	10	10	10	10
3	38	90	46	99
4	13	20	14	25
5	13	20	17	30
6	38	90	46	99
7	20	50	14	25
8	32	50	48	99
9	9	10	19	45
10	23	50	43	97
11	39	90	47	99
12	15	25	23	20
13	15	20	23	50
14	19	45	29	75
15	15	20	23	50
16	26	70	38	90
17	11	15	15	20
18	17	30	33	80
19	0	1	4	3
20	14	20	17	25
21	15	20	21	40

3º ESO - A (control)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)		RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)	
	(P. Directas)	(P. Centiles)	(P. Directas)	(P. Centiles)
1	34	85	34	85
2	20	15	31	65
3	21	20	21	20
4	20	35	25	60
5	13	5	19	15
6	18	10	14	5
7	19	15	20	15
8	6	2	4	2
9	20	15	23	25
10	13	5	18	10
11	19	30	20	35
12	14	5	18	10
13	21	20	27	50
14	22	25	26	45

3º ESO - A (control)

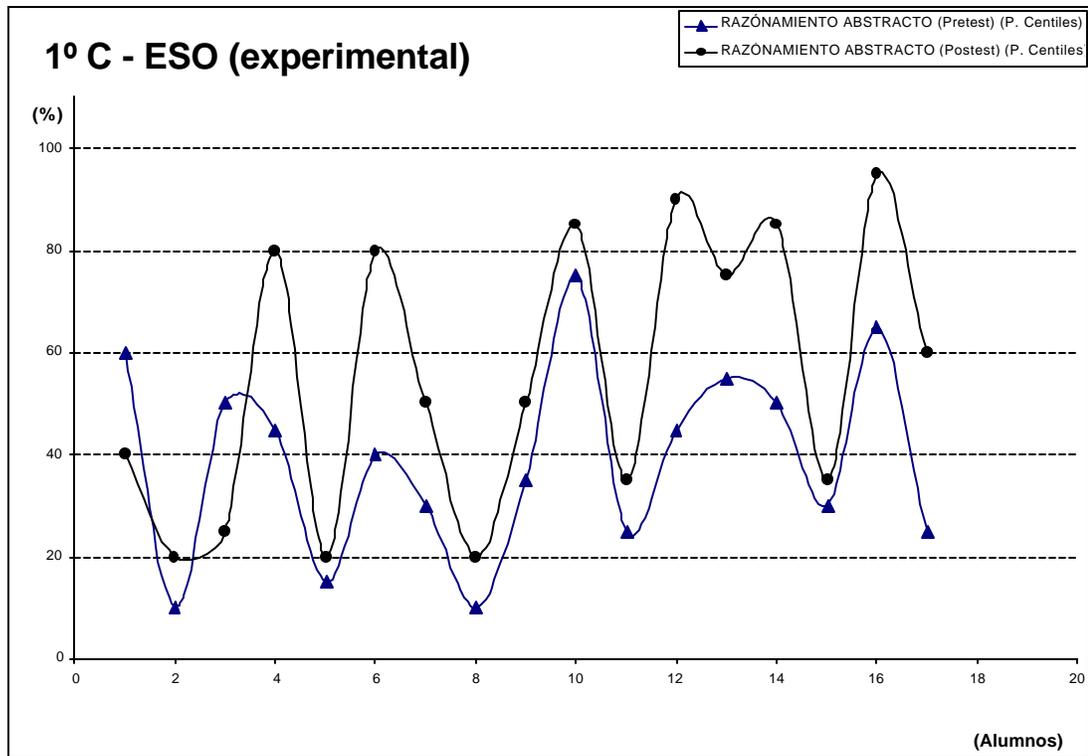
Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)		PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)	
	(P. Directas)	(P. Centiles)	(P. Directas)	(P. Centiles)
1	40	85	49	99
2	32	60	44	90
3	35	70	43	90
4	23	40	26	35
5	11	4	18	15
6	25	35	26	35
7	23	30	25	35
8	9	5	10	5
9	43	90	49	99
10	19	20	23	30
11	24	40	29	60
12	12	5	13	5
13	32	60	35	70
14	31	25	41	85

3º ESO - C (experimental)

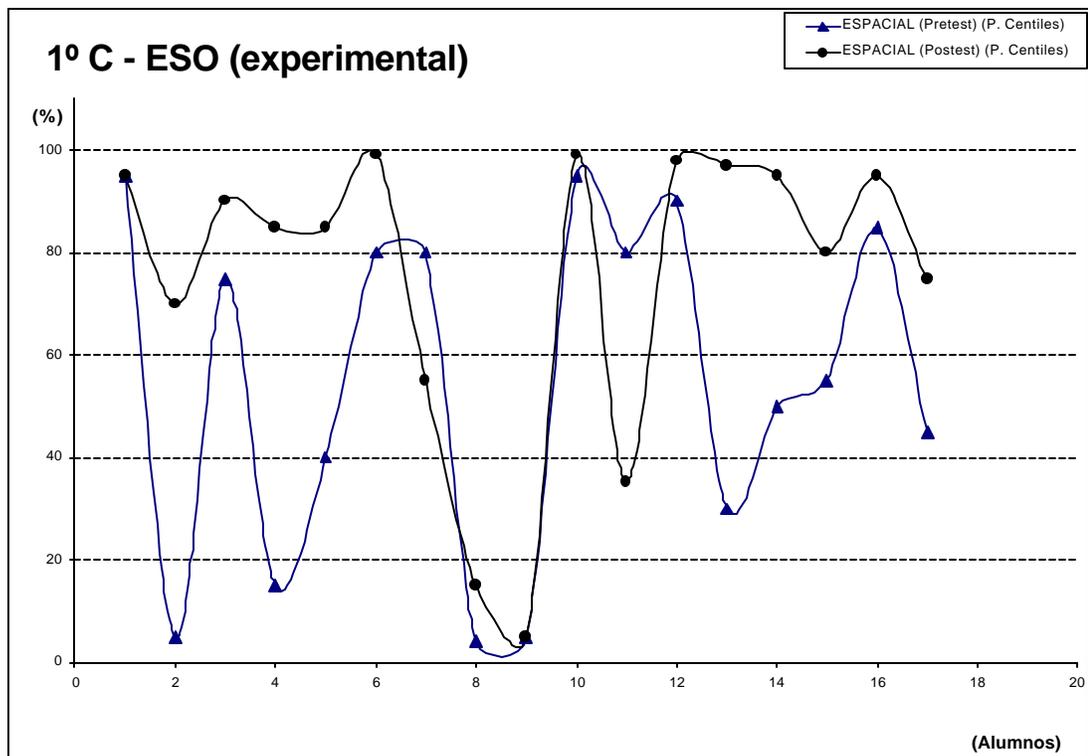
Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)		RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)	
	(P. Directas)	(P. Centiles)	(P. Directas)	(P. Centiles)
1	19	15	29	55
2	10	5	16	15
3	10	4	23	25
4	4	1	7	2
5	18	10	21	20
6	17	10	26	45
7	22	40	27	65
8	13	10	19	30
9	14	15	26	65
10	18	25	20	35
11	15	15	21	40
12	18	25	20	35
13	21	20	19	30
14	21	20	24	45
15	11	4	19	30
16	8	2	8	3
17	12	10	15	15
18	16	15	21	40
19	9	3	19	30
20	15	10	17	10
21	13	5	21	20
22	10	4	23	25
23	11	5	17	20
24	18	10	29	55

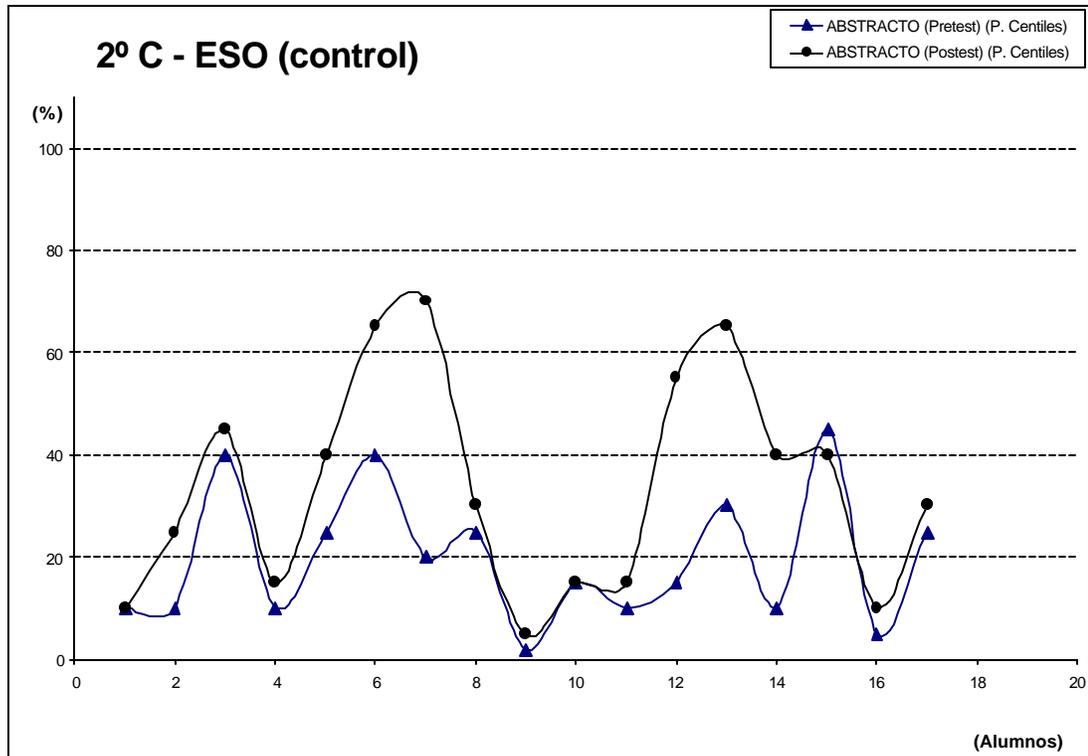
3º ESO - C (experimental)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)		PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)	
	(P. Directas)	(P. Centiles)	(P. Directas)	(P. Centiles)
	1	23	30	28
2	20	25	10	5
3	26	35	33	65
4	14	5	26	35
5	23	30	29	40
6	38	80	45	96
7	17	20	15	15
8	14	10	23	40
9	25	40	39	75
10	38	75	43	90
11	21	30	18	20
12	33	70	33	70
13	20	20	28	40
14	28	40	31	70
15	13	5	18	20
16	14	5	16	15
17	29	10	17	20
18	21	30	33	70
19	14	10	23	40
20	18	15	12	5
21	25	35	24	30
22	33	65	33	65
23	13	10	18	20
24	32	60	40	85

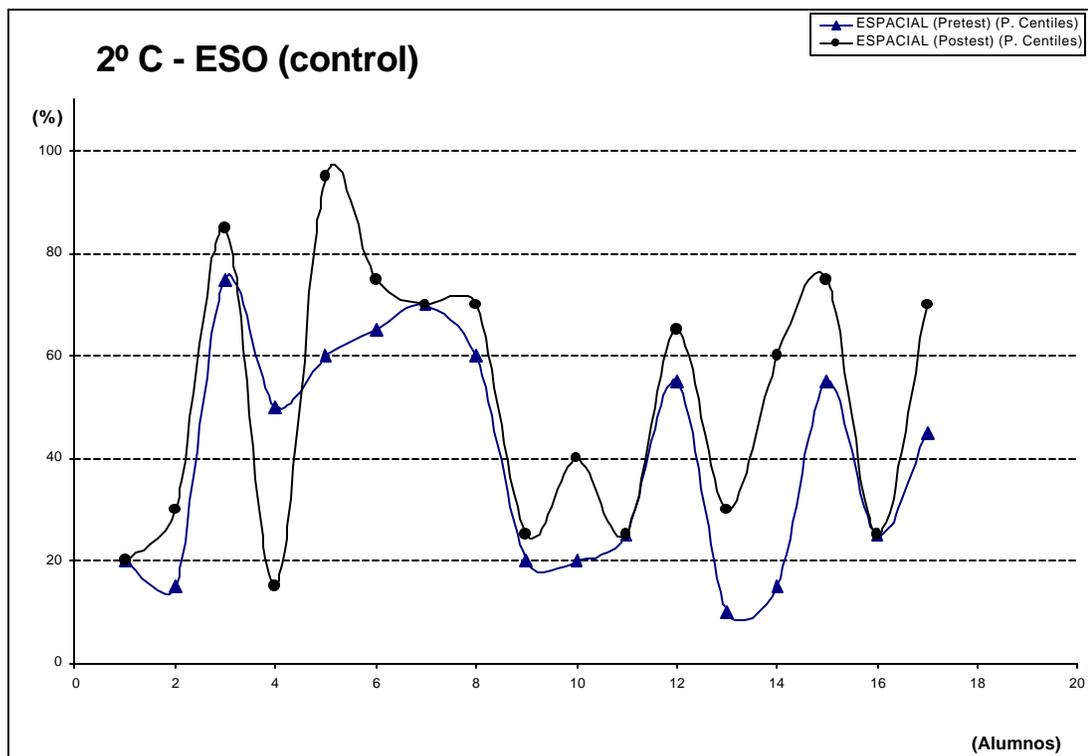


Gráficas correspondientes a las puntuaciones centiles

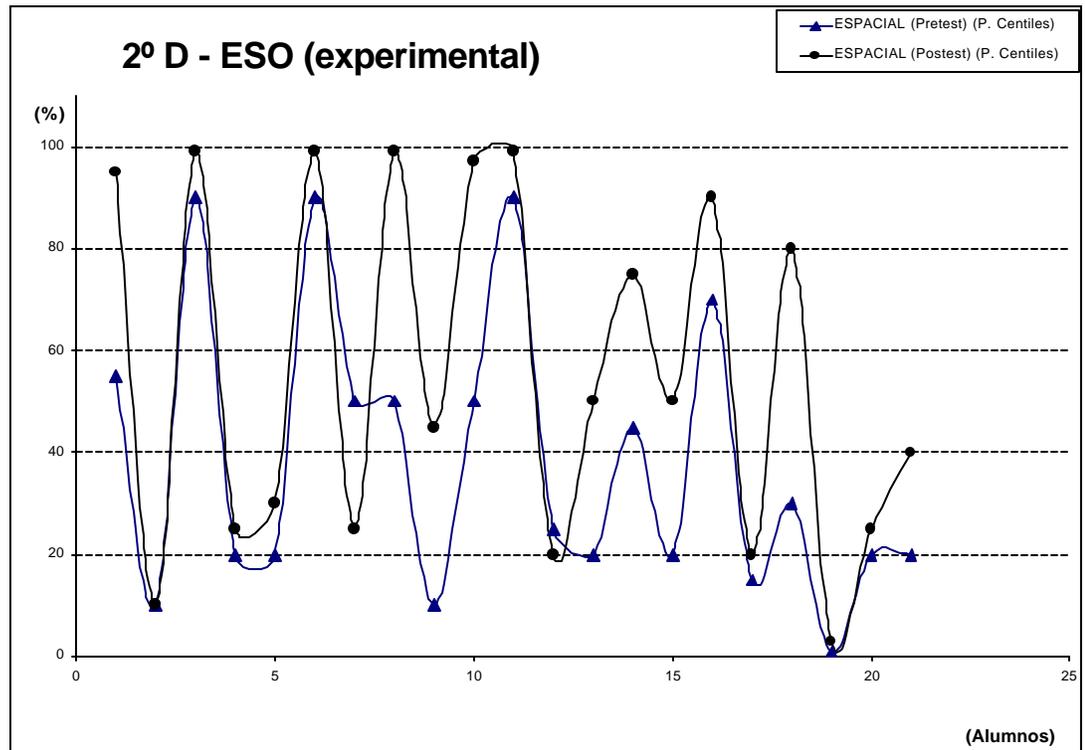
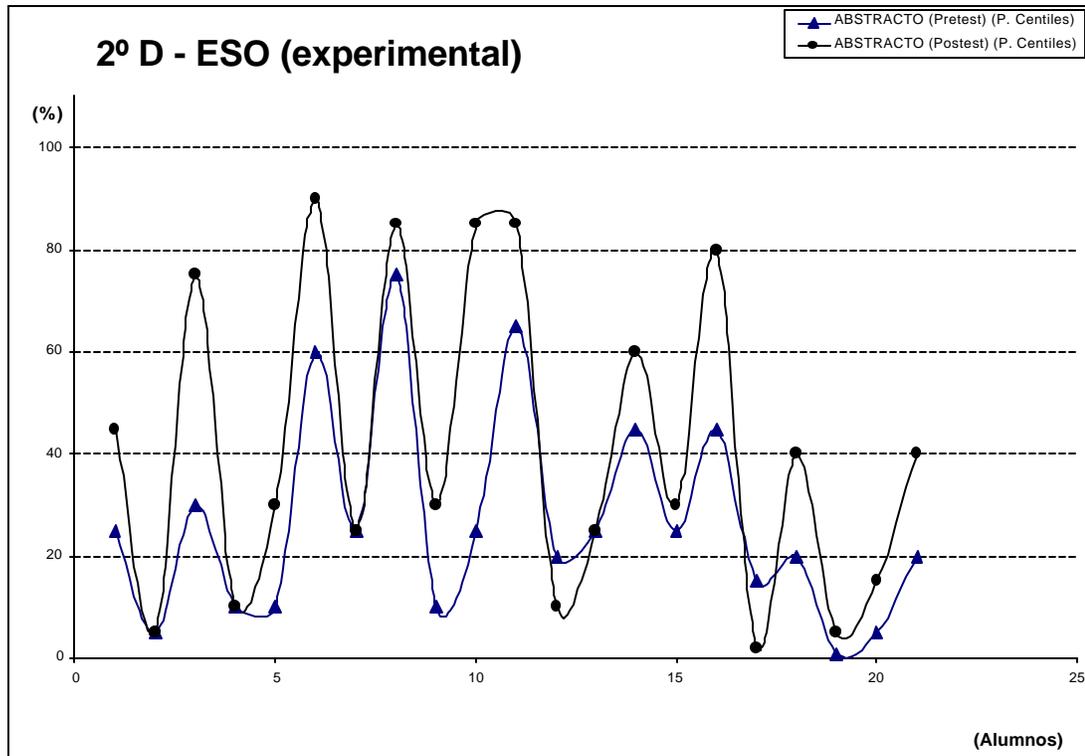




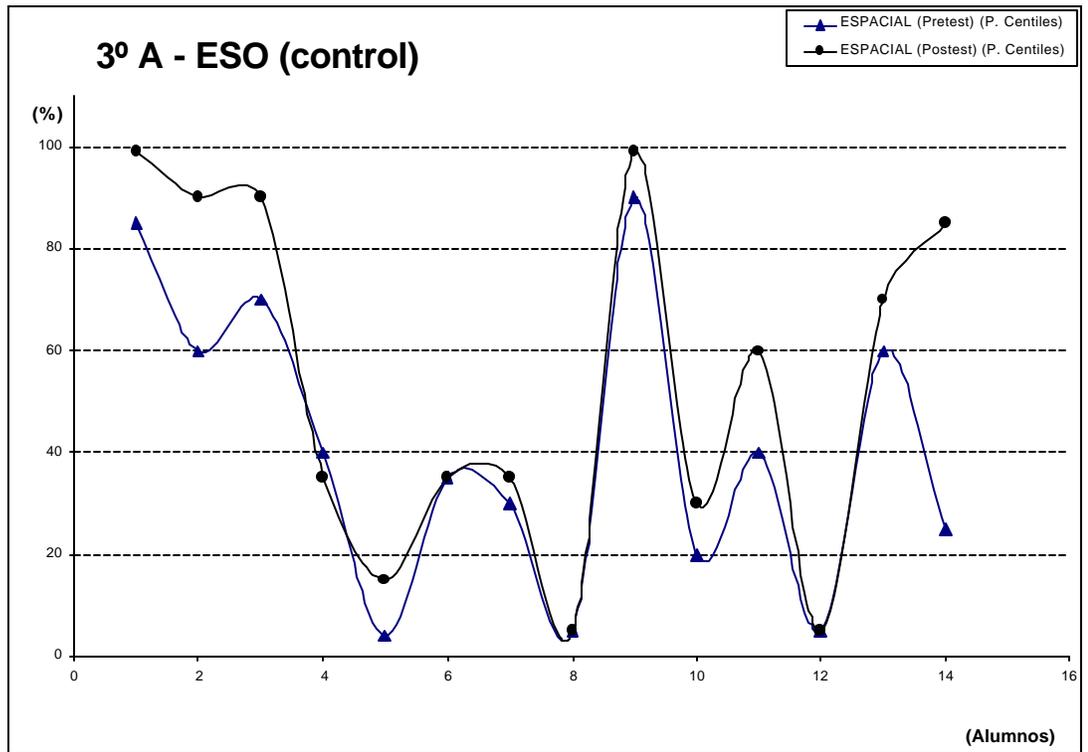
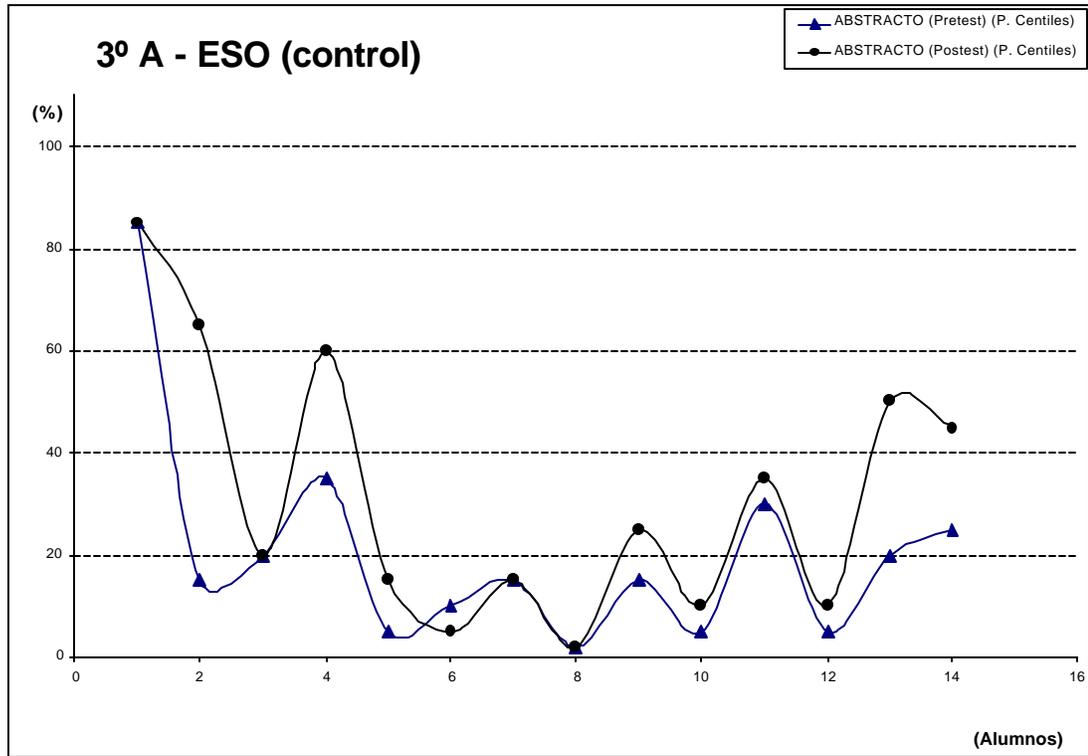
Gráficas correspondientes a las puntuaciones centiles



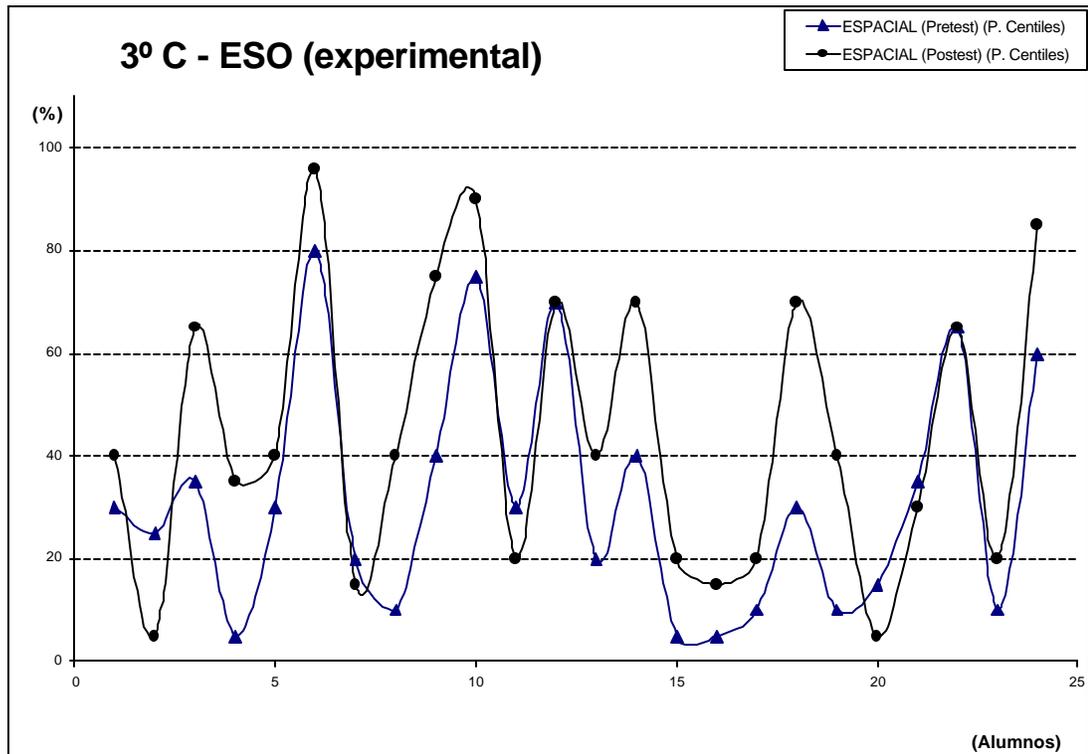
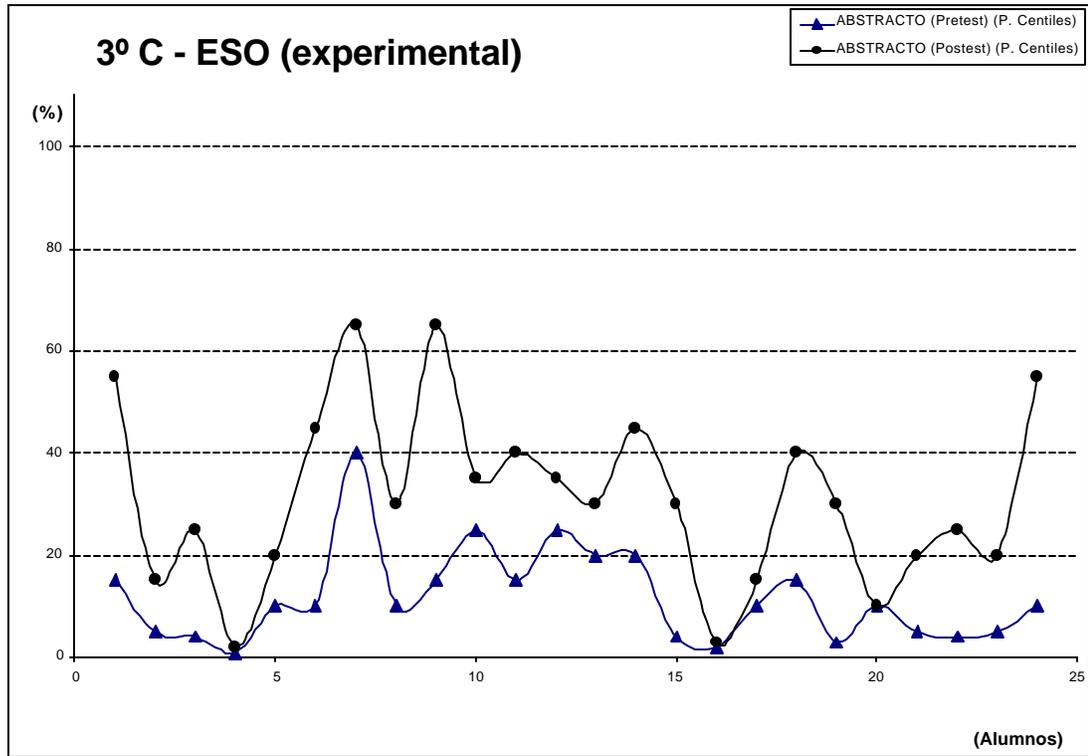
Gráficas correspondientes a las puntuaciones centiles



Gráficas correspondientes a las puntuaciones centiles



Gráficas correspondientes a las puntuaciones centiles



PUNTUACIONES ORDENADAS DE MENOR A MAYOR

1º ESO - C (experimental)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Posttest)
1	10	20
2	10	20
3	15	20
4	25	25
5	25	35
6	30	35
7	30	40
8	35	50
9	40	50
10	45	60
11	45	75
12	50	80
13	50	80
14	55	85
15	60	85
16	65	90
17	75	95

1º ESO - C (experimental)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)
1	4	5
2	5	15
3	5	35
4	15	55
5	30	70
6	40	75
7	45	80
8	50	85
9	55	85
10	75	90
11	80	95
12	80	95
13	80	95
14	85	97
15	90	98
16	95	99
17	95	99

2º ESO - C (control)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)
1	2	5
2	5	10
3	10	10
4	10	15
5	10	15
6	10	15
7	10	25
8	15	30
9	15	30
10	20	40
11	25	40
12	25	40
13	25	45
14	30	55
15	40	65
16	40	65
17	45	70

2º ESO - C (control)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)
1	10	15
2	15	20
3	15	25
4	20	25
5	20	25
6	20	30
7	25	30
8	25	40
9	45	60
10	50	65
11	55	70
12	55	70
13	60	70
14	60	75
15	65	75
16	70	85
17	75	95

2º ESO - D (experimental)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)
1	1	2
2	5	5
3	5	5
4	10	10
5	10	10
6	10	15
7	15	25
8	20	25
9	20	30
10	20	30
11	25	30
12	25	40
13	25	40
14	25	45
15	25	60
16	30	75
17	45	80
18	45	85
19	60	85
20	65	85
21	75	90

2º ESO - D (experimental)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)
1	1	3
2	10	10
3	10	20
4	15	20
5	20	25
6	20	25
7	20	25
8	20	30
9	20	40
10	20	45
11	25	50
12	30	50
13	45	75
14	50	80
15	50	90
16	50	95
17	55	97
18	70	99
19	90	99
20	90	99
21	90	99

3º ESO - A (control)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)
1	2	2
2	5	5
3	5	10
4	5	10
5	10	15
6	15	15
7	15	20
8	15	25
9	20	35
10	20	45
11	25	50
12	30	60
13	35	65
14	85	85

3º ESO - A (control)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)
1	4	5
2	5	5
3	5	15
4	20	30
5	25	35
6	30	35
7	35	35
8	40	60
9	40	70
10	60	85
11	60	90
12	70	90
13	85	99
14	90	99

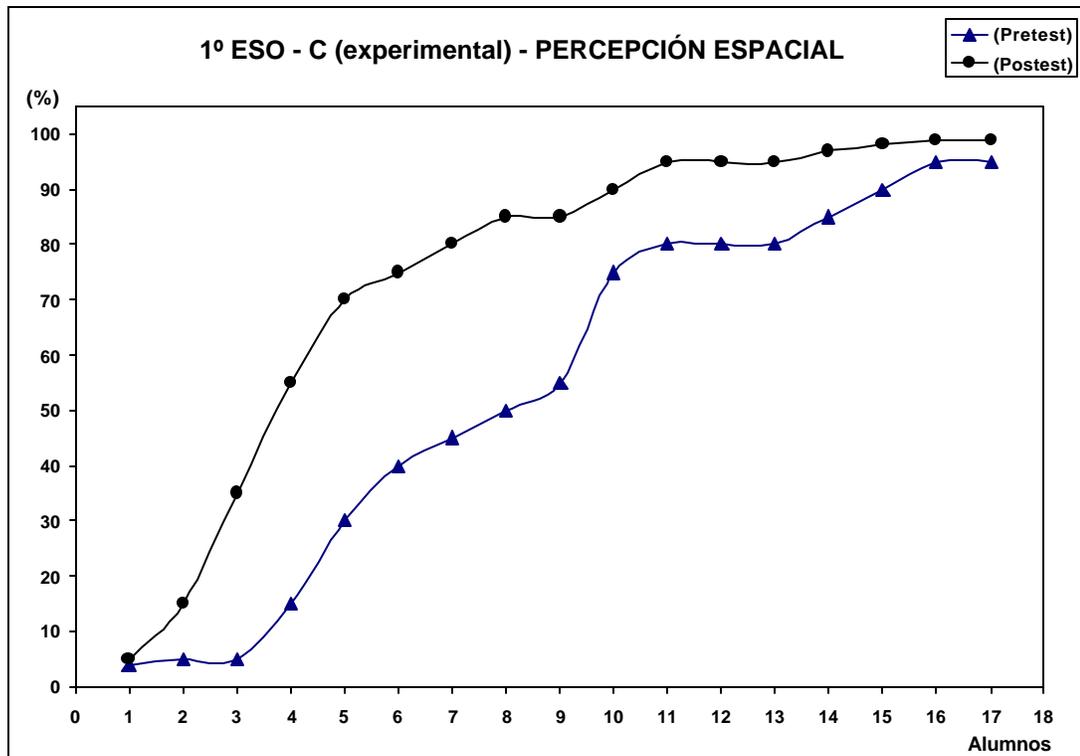
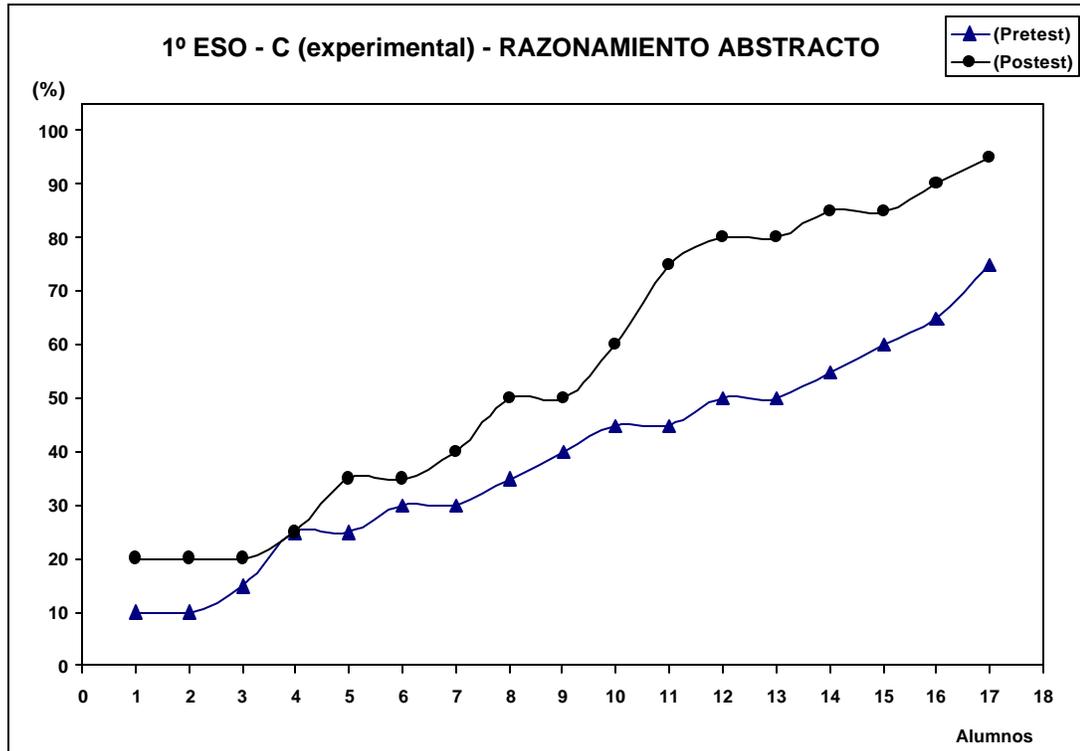
3º ESO - C (experimental)

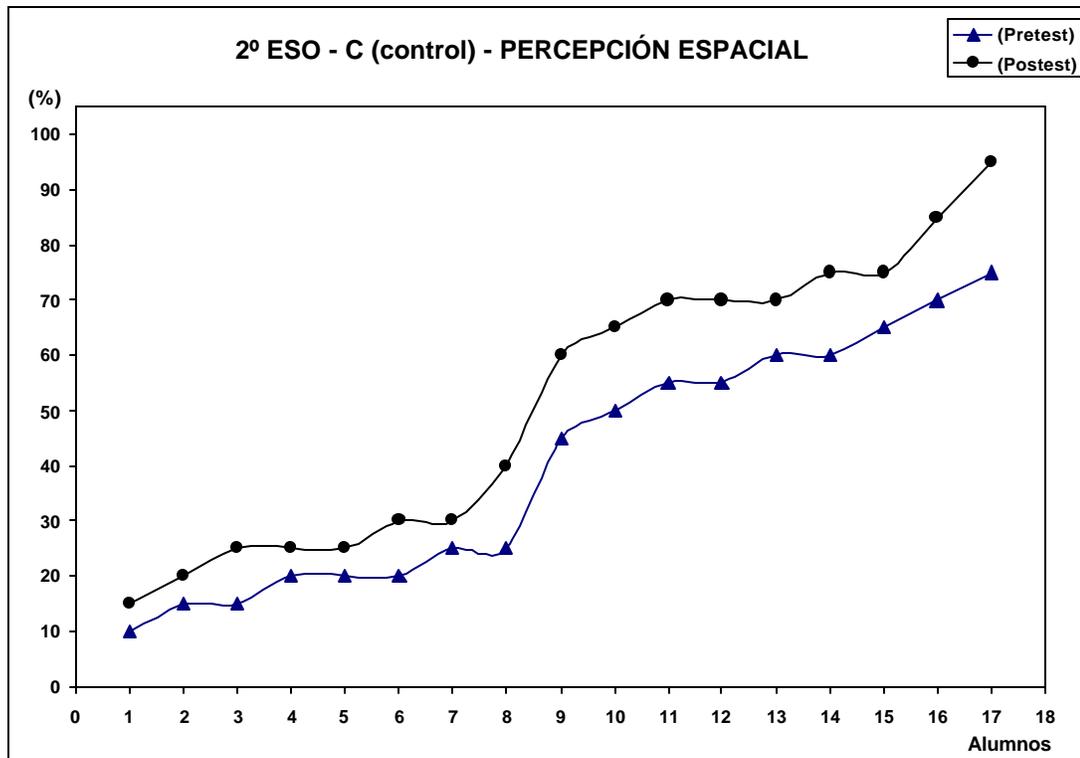
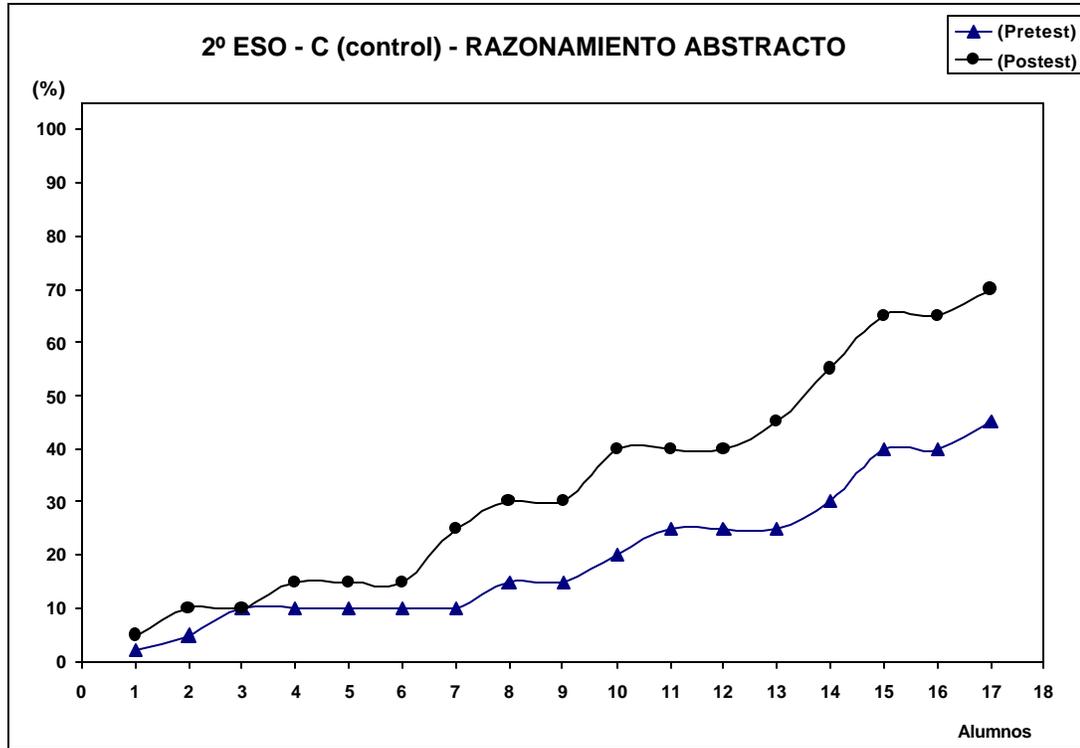
Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)
1	1	2
2	2	3
3	3	10
4	4	15
5	4	15
6	4	20
7	5	20
8	5	20
9	5	25
10	10	25
11	10	30
12	10	30
13	10	30
14	10	30
15	10	35
16	15	35
17	15	40
18	15	40
19	15	45
20	20	45
21	20	55
22	25	55
23	25	65
24	40	65

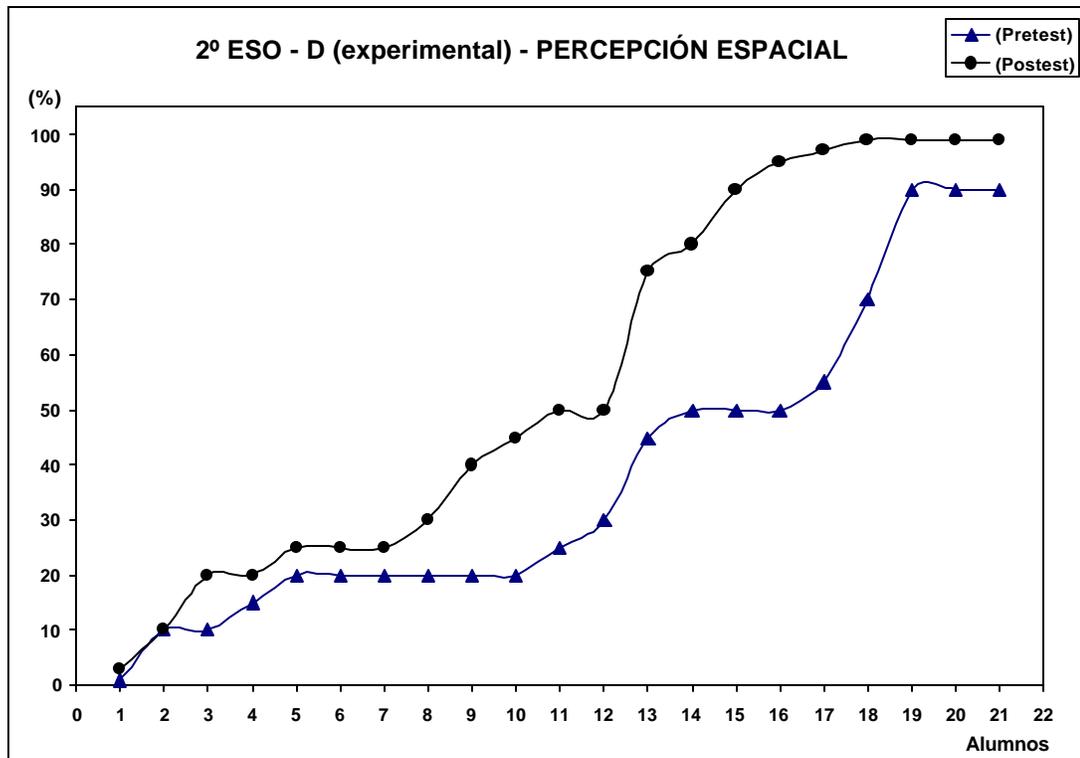
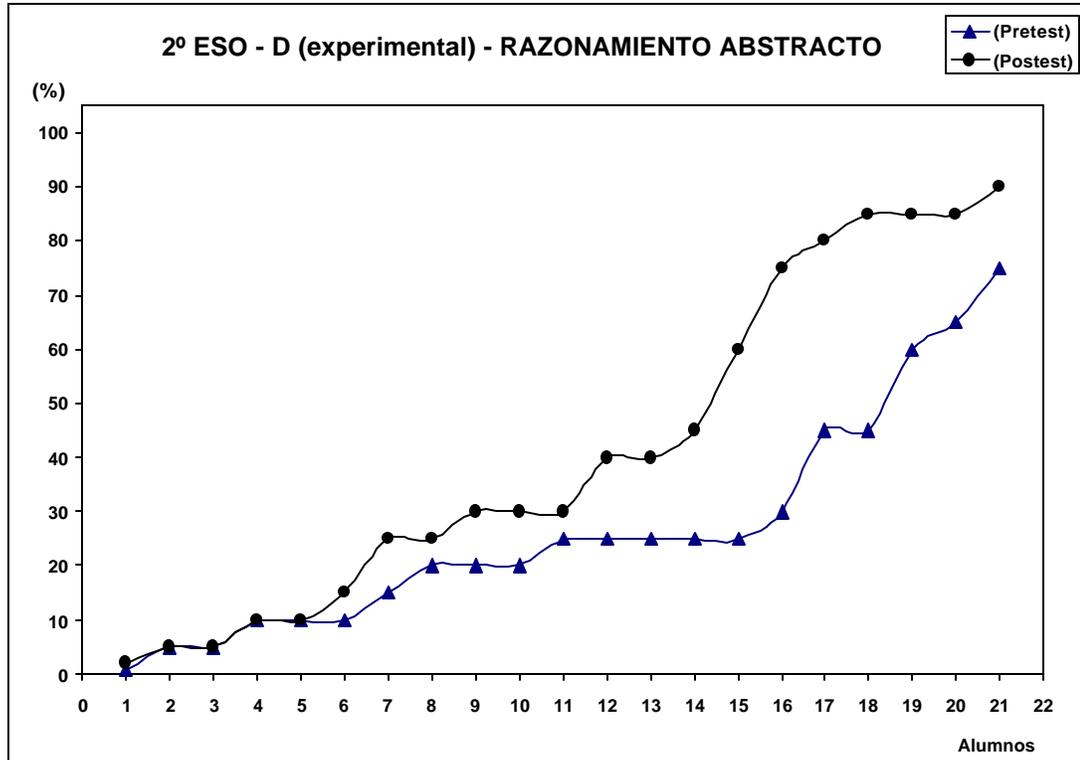
3º ESO - C (experimental)

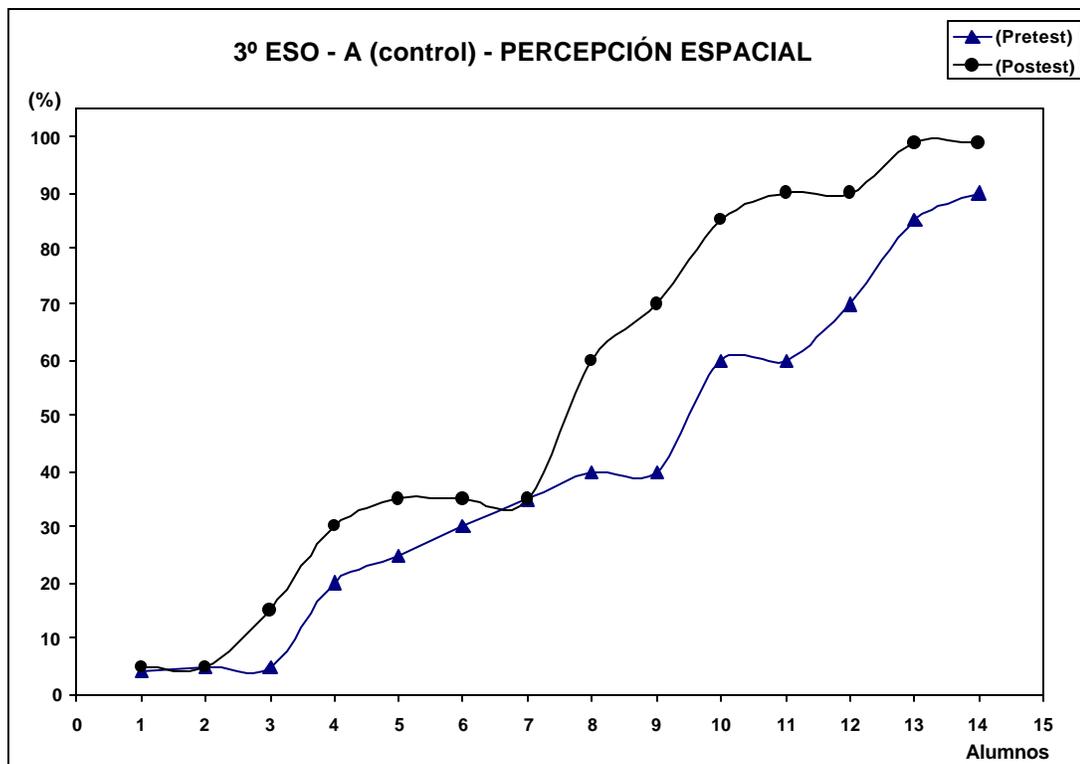
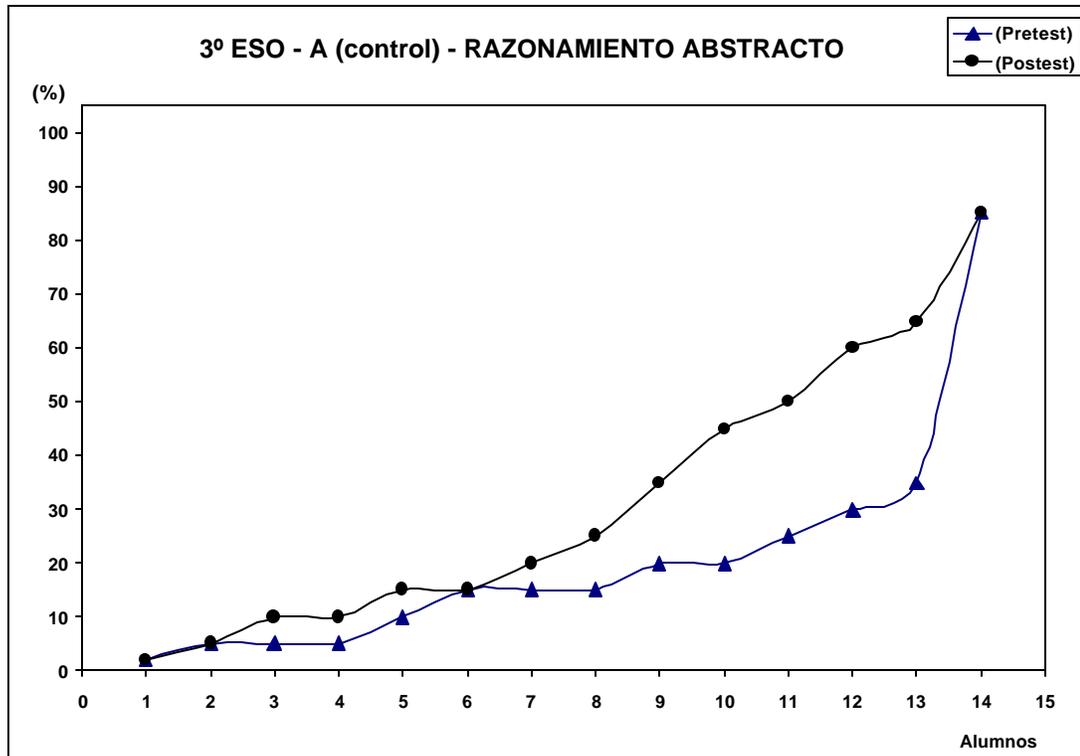
Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)
1	5	5
2	5	5
3	5	15
4	10	15
5	10	20
6	10	20
7	10	20
8	15	20
9	20	30
10	20	35
11	25	40
12	30	40
13	30	40
14	30	40
15	30	40
16	35	65
17	35	65
18	40	70
19	40	70
20	60	70
21	65	75
22	70	85
23	75	90
24	80	96

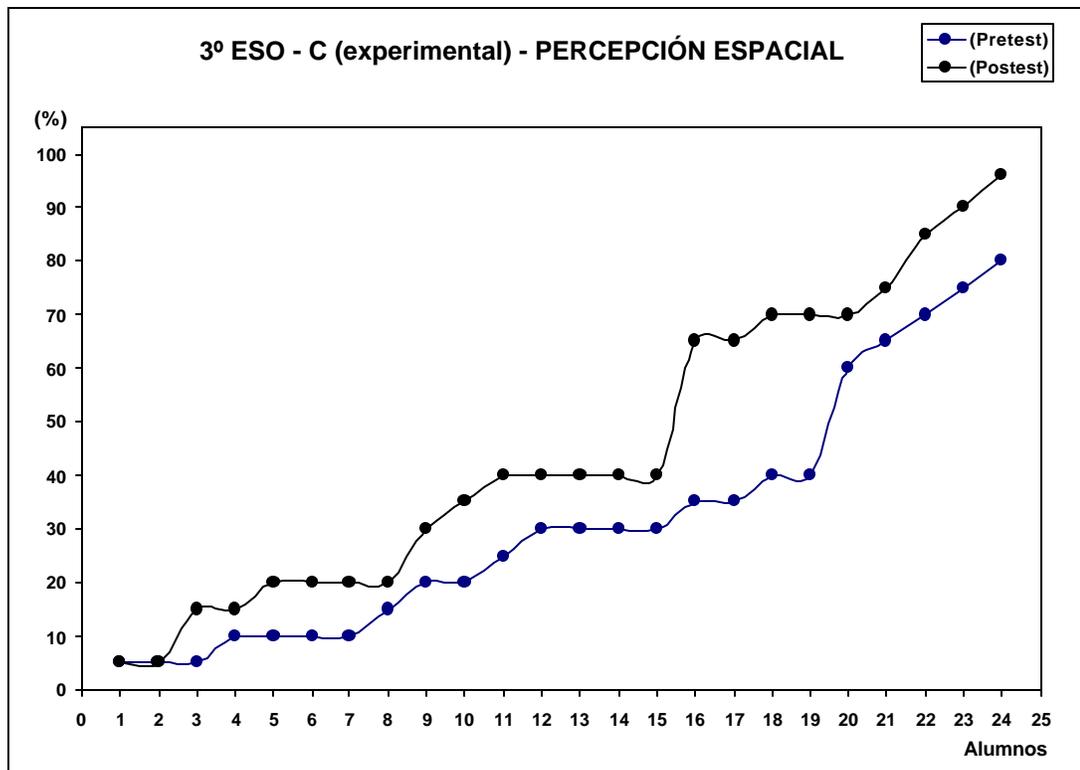
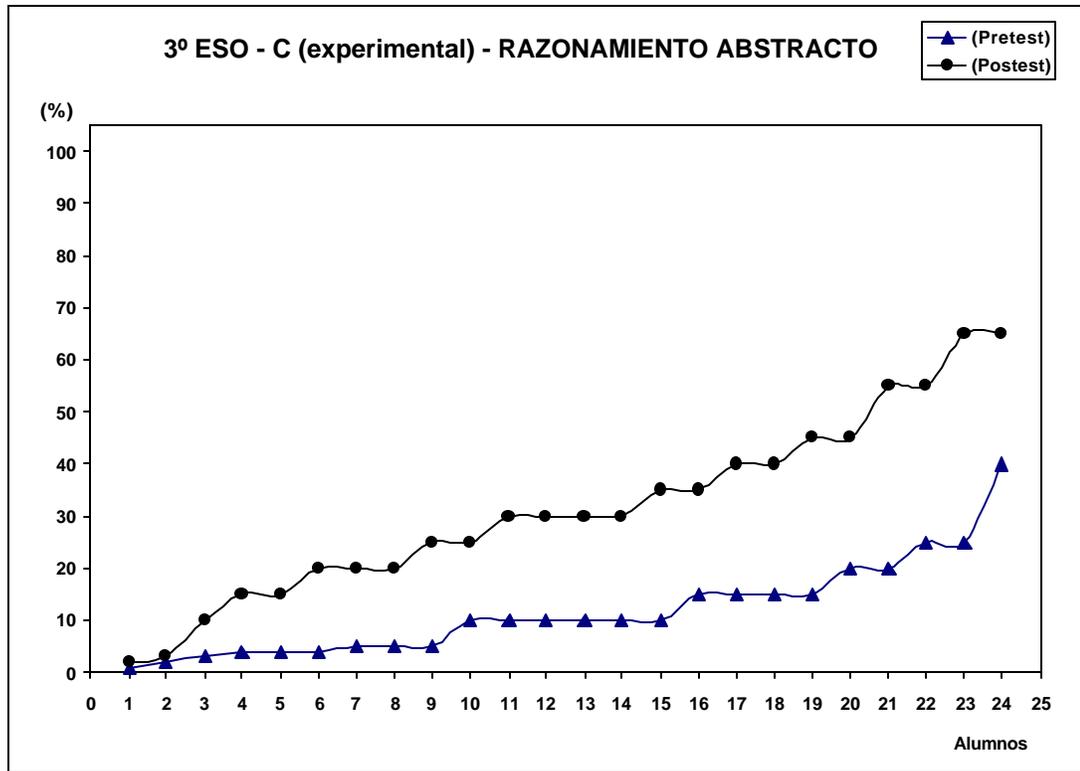
Gráficas de puntuaciones centiles ordenadas de menor a mayor.











CÁLCULO ESTADÍSTICO POR GRUPOS

1º ESO - C (experimental)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO	RAZÓNAMIENTO
	ABSTRACTO	ABSTRACTO
	(Pretest)	(Postest)
	(P. Centiles)	(P. Centiles)
1	60	40
2	10	20
3	50	25
4	45	80
5	15	20
6	40	80
7	30	50
8	10	20
9	35	50
10	75	85
11	25	35
12	45	90
13	55	75
14	50	85
15	30	35
16	65	95
17	25	60

Número de casos:	17	17
Máximo:	75	95
Mínimo:	10	20
Media:	39,11764706	55,58823529
Desviación típica:	19,05873275	27,32228674
Varianza de la muestra:	363,2352941	746,5073529
Diferencia entre medias (Postest - Pretest):		16,47058824

1º ESO - C (experimental)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)
	(P. Centiles)	(P. Centiles)
1	95	95
2	5	70
3	75	90
4	15	85
5	40	85
6	80	99
7	80	55
8	4	15
9	5	5
10	95	99
11	80	35
12	90	98
13	30	97
14	50	95
15	55	80
16	85	95
17	45	75

Número de casos:	17	17
Máximo:	95	99
Mínimo:	4	5
Media:	54,64705882	74,88235294
Desviación típica:	33,32968117	29,93718915
Varianza de la muestra:	1110,867647	896,2352941
Diferencia entre medias (Postest - Pretest):		20,23529412

2º ESO - C (control)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)
	(P. Centiles)	(P. Centiles)
1	10	10
2	10	25
3	40	45
4	10	15
5	25	40
6	40	65
7	20	70
8	25	30
9	2	5
10	15	15
11	10	15
12	15	55
13	30	65
14	10	40
15	45	40
16	5	10
17	25	30

Número de casos:	17	17
Máximo:	45	70
Mínimo:	2	5
Media:	19,82352941	33,82352941
Desviación típica:	12,98670134	21,03044012
Varianza de la muestra:	168,6544118	442,2794118
Diferencia entre medias (Postest - Pretest):	14	

2º ESO - C (control)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)
	(P. Centiles)	(P. Centiles)
1	20	20
2	15	30
3	75	85
4	50	15
5	60	95
6	65	75
7	70	70
8	60	70
9	20	25
10	20	40
11	25	25
12	55	65
13	10	30
14	15	60
15	55	75
16	25	25
17	45	70

Número de casos:	17	17
Máximo:	75	95
Mínimo:	10	15
Media:	40,29411765	51,47058824
Desviación típica:	22,25355226	26,08667679
Varianza de la muestra:	495,2205882	680,5147059
Diferencia entre medias (Postest - Pretest):		11,17647059

2º ESO - D (experimental)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO	RAZÓNAMIENTO
	ABSTRACTO	ABSTRACTO
	(Pretest)	(Postest)
	(P. Centiles)	(P. Centiles)
1	25	45
2	5	5
3	30	75
4	10	10
5	10	30
6	60	90
7	25	25
8	75	85
9	10	30
10	25	85
11	65	85
12	20	10
13	25	25
14	45	60
15	25	30
16	45	80
17	15	2
18	20	40
19	1	5
20	5	15
21	20	40

Número de casos:	21	21
Máximo:	75	90
Mínimo:	1	2
Media:	26,71428571	41,52380952
Desviación típica:	20,3890727	30,69628487
Varianza de la muestra:	415,7142857	942,2619048
Diferencia entre medias (Postest - Pretest):		14,80952381

2º ESO - D (experimental)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)
	(P. Centiles)	(P. Centiles)
1	55	95
2	10	10
3	90	99
4	20	25
5	20	30
6	90	99
7	50	25
8	50	99
9	10	45
10	50	97
11	90	99
12	25	20
13	20	50
14	45	75
15	20	50
16	70	90
17	15	20
18	30	80
19	1	3
20	20	25
21	20	40

Número de casos:	21	21
Máximo:	90	99
Mínimo:	1	3
Media:	38,14285714	56
Desviación típica:	27,88240613	34,79655155
Varianza de la muestra:	777,4285714	1210,8
Diferencia entre medias (Postest - Pretest):		17,85714286

3º ESO - A (control)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)
	(P. Centiles)	(P. Centiles)
1	85	85
2	15	65
3	20	20
4	35	60
5	5	15
6	10	5
7	15	15
8	2	2
9	15	25
10	5	10
11	30	35
12	5	10
13	20	50
14	25	45

Número de casos:	14	14
Máximo:	85	85
Mínimo:	2	2
Media:	20,5	31,57142857
Desviación típica:	21,02288131	25,64465542
Varianza de la muestra:	441,9615385	657,6483516
Diferencia entre medias (Postest - Pretest):		11,07142857

3º ESO - A (control)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)
	(P. Centiles)	(P. Centiles)
1	85	99
2	60	90
3	70	90
4	40	35
5	4	15
6	35	35
7	30	35
8	5	5
9	90	99
10	20	30
11	40	60
12	5	5
13	60	70
14	25	85

Número de casos:	14	14
Máximo:	90	99
Mínimo:	4	5
Media:	40,64285714	53,78571429
Desviación típica:	28,70970659	34,94650543
Varianza de la muestra:	824,2472527	1221,258242
Diferencia entre medias (Postest - Pretest):		13,14285714

3º ESO - C (experimental)

Alumnos	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Pretest)	RAZÓNAMIENTO ABSTRACTO (Postest)
	(P. Centiles)	(P. Centiles)
1	15	55
2	5	15
3	4	25
4	1	2
5	10	20
6	10	45
7	40	65
8	10	30
9	15	65
10	25	35
11	15	40
12	25	35
13	20	30
14	20	45
15	4	30
16	2	3
17	10	15
18	15	40
19	3	30
20	10	10
21	5	20
22	4	25
23	5	20
24	10	55

Número de casos:	24	24
Máximo:	40	65
Mínimo:	1	2
Media:	11,79166667	31,45833333
Desviación típica:	9,207648837	17,52260445
Varianza de la muestra:	84,7807971	307,0416667
Diferencia entre medias (Postest - Pretest):		19,66666667

3º ESO - C (experimental)

Alumnos	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Pretest)	PERCEPCIÓN ESPACIAL (Postest)
	(P. Centiles)	(P. Centiles)
1	30	40
2	25	5
3	35	65
4	5	35
5	30	40
6	80	96
7	20	15
8	10	40
9	40	75
10	75	90
11	30	20
12	70	70
13	20	40
14	40	70
15	5	20
16	5	15
17	10	20
18	30	70
19	10	40
20	15	5
21	35	30
22	65	65
23	10	20
24	60	85

Número de casos:	24	24
Máximo:	80	96
Mínimo:	5	5
Media:	31,45833333	44,625
Desviación típica:	23,19478796	27,77833454
Varianza de la muestra:	537,9981884	771,6358696
Diferencia entre medias (Postest - Pretest):		13,16666667

CORRECCIÓN

La corrección la hemos hecho de forma manual con una plantilla de corrección que nos da el total de la prueba. Esta puntuación directa la convertimos en centiles de acuerdo con unas tablas existentes para los distintos sexos (con estos datos trabajamos). Los resultados de los grupos experimentales y control aparecen en las tablas de resultados numéricos de las que se obtienen resultados estadísticos. Estos datos los representamos en las gráficas correspondientes, lo que nos permite una apreciación visual de los resultados.

Con esta información y comparando resultados sacamos las siguientes conclusiones:

- **RAZONAMIENTO ABSTRACTO:**
 - **1ºESO C:** En este grupo la diferencia entre las medias correspondientes al postest y el pretest nos da un valor de 16,47; por lo tanto vemos que se ha producido una importante mejoría.
 - **2º ESO C** En el grupo control la diferencia entre las medias entre el postest y el pretest nos da un valor de 14, lo que nos permite hablar de una mejoría en este aspecto.
 - **2º ESO D:** En el grupo experimental la diferencia entre las medias entre el postest y el pretest nos da un valor de 14,80; por lo tanto también ha existido una mejoría.

- **2º ESO G 2º ESO D** Si comparamos los valores obtenidos en los dos grupos vemos que $14,80 > 14$; aunque la diferencia no es significativa. Por lo tanto no podemos concluir que la hipótesis se haya cumplido en este caso.
- **3º ESO A** En el grupo control la diferencia entre las medias entre el posttest y el pretest nos da un valor de 11,07, lo que nos permite hablar de una mejoría en este aspecto.
- **3º ESO C:** En el grupo experimental la diferencia entre las medias entre el posttest y el pretest nos da un valor de 19,66; por lo tanto también ha existido una mejoría.
- **3º ESO A 3º ESO C** Si comparamos los valores obtenidos en los dos grupos vemos que $19,66 > 11,07$; la diferencia es bastante significativa. Por lo tanto podemos concluir que la hipótesis se ha cumplido en este caso.

- **PERCEPCIÓN ESPACIAL:**
 - **1º ESO C:** En este grupo la diferencia entre las medias correspondientes al posttest y el pretest nos da un valor de 20,23; este dato es mejor que el correspondiente a razonamiento abstracto.
 - **2º ESO C** En el grupo control la diferencia entre las medias entre el posttest y el pretest nos da un valor de 11,17, lo que nos permite hablar de una mejoría en este aspecto, aunque el dato es más bajo que el que ha obtenido este mismo grupo en razonamiento abstracto $11,17 < 14$.

- **2º ESO D:** En el grupo experimental la diferencia entre las medias entre el postest y el pretest nos da un valor de 17,85; por lo tanto también ha existido una mejoría. Si comparamos este dato con el obtenido en razonamiento abstracto $17,85 > 14,80$ por este mismo grupo vemos que es más alto.
- **2º ESO G 2º ESO D** Si comparamos los valores obtenidos en los dos grupos vemos que $17,85 > 11,17$; en este caso la diferencia es significativa. Por lo tanto podemos concluir que la hipótesis se haya cumplido.
- **3º ESO A** En el grupo control la diferencia entre las medias entre el postest y el pretest nos da un valor de 13,14, lo que nos permite hablar de una mejoría en este aspecto.
- **3º ESO C:** En el grupo experimental la diferencia entre las medias entre el postest y el pretest nos da un valor de 13,16; por lo tanto también ha existido una mejoría.
- **3º ESO A 3º ESO C** Si comparamos los valores obtenidos en los dos grupos vemos que $13,14 < 13,16$; aunque la diferencia no se puede considerar lo suficientemente significativa. Concluimos por tanto que la mejora en los dos grupos ha sido prácticamente la misma en este aspecto.

VALORACIÓN DE LOS DATOS

Si valoramos los datos por niveles, atendiendo a las características de cada grupo:

- En 1º de la ESO la mejora es considerable tanto en razonamiento abstracto como en percepción espacial. No tenemos en este caso datos de grupo control para comparar; pero sí es significativo el resultado en percepción espacial, es el valor más alto obtenido entre los cinco grupos.
- En 2º de la ESO no hay casi diferencia entre la mejora producida en el grupo control y la del grupo experimental en razonamiento abstracto. Lo que nos hace pensar que en este nivel, la influencia de los programas de ordenador sobre el desarrollo del razonamiento abstracto; es el mismo que el producido por los procedimientos empleados hasta ahora. No obstante, tenemos que tener en cuenta que en el grupo experimental el número de alumnos es mayor que en el control. Los datos obtenidos sobre percepción espacial favorecen de una manera significativa al grupo experimental, lo que nos hace pensar que en este caso sí ha habido una influencia positiva de los programas de ordenador.
- En 3º de la ESO los datos referidos al razonamiento abstracto producen una diferencia significativa a favor del grupo experimental. Esta mejora, entre otros factores, puede ser debida a que el programa de ordenador en este nivel trabaja con

conceptos más abstractos de los sistemas de representación (proyecciones de puntos, rectas y planos). Como ya hemos explicado en las actividades del ordenador se estudia desde lo concreto (niveles más bajos) hasta lo abstracto (niveles más altos). No es por tanto igual los conceptos con los que trabajamos en el primer ciclo de la ESO a los del segundo ciclo.

- En 3º de la ESO, en cuanto a la percepción espacial; tanto el grupo control como el experimental nos dan los mismos valores respecto a su mejoría. Algo que podríamos considerar un éxito si tenemos en cuenta las características del grupo experimental. Ha sido un reto para nosotros trabajar con alumnos que presentaban serios problemas de aprendizaje: al elevado número de alumnos hay que añadir el alto índice de fracaso escolar (sólo 8 de los 31 alumnos no han repetido algún curso). Nos encontramos con un grupo reacio a participar en la experiencia, con una actitud pasiva. La experiencia con los programas de ordenador comenzó en marzo, fecha en la que ya conocían sus malos resultados académicos de la primera y segunda evaluación. Este hecho complicaba mucho las cosas, pues el primer contacto con ellos fue para animarles. Entre las muchas razones que les dimos para que participaran en la experiencia, la que más pareció convencerles era que los resultados no se iban a tener en cuenta para la nota. La experiencia con los programas de ordenador no tendría repercusiones negativas sobre sus calificaciones, les explicamos que en el caso de haber alguna repercusión, ésta sería positiva porque estábamos seguros que ayudaría a mejorar su capacidad espacial. Pero lo que realmente les animó fue comprobar por sí mismos que las actividades se realizaban en periodos cortos de tiempo (no les daba tiempo a cansarse), que eran asequibles (incluso para los que llevaban la asignatura suspensa) y que los planteamientos eran variados. Unas les gustaron más que otras pero, en general les suponía un reto personal enfrentarse a las

distintas cuestiones de forma relajada, sin tener la presión de la nota. No tenían al profesor al lado que les fuera corrigiendo, nunca se habló de nivel, tampoco tenían referencia en cuanto al número de errores que se podían cometer en cada actividad. Algunos sentían curiosidad por saber si los resultados obtenidos se podían considerar buenos o malos nuestra respuesta era siempre la misma, que estaban obteniendo muy buenos resultados. La verdad es que el simple hecho de tratar de resolver las preguntas ayudándose de la correspondiente visualización mental, nos parecía suficiente para que se pusieran en marcha mecanismos que desarrollasen esta habilidad (como así se ha demostrado en los resultados de los tests).

CAPÍTULO IX:
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Cuando comencé esta investigación mi mayor preocupación era ayudar a aquellos alumnos con dificultades de visualización espacial que les impedían avanzar en la comprensión del lenguaje de los sistemas de representación. Este problema influía también en su capacidad de percepción visual tanto de elementos reales como en la interpretación de las representaciones de éstos elementos en los sistemas de proyección. Por supuesto también limitaba su expresión plástica y visual en el espacio bi y tridimensional.

Esta tesis nos ha servido para plantearnos muchas cuestiones que van desde analizar cómo se produce la percepción visual al desarrollo de las habilidades intelectuales relacionadas con el tema. También nos ha interesado la influencia de los sistemas de representación en el desarrollo de estas habilidades y su importancia dentro de la Educación Plástica y Visual de la ESO.

Se ha escrito mucho durante las últimas décadas sobre la repercusión del área artística en el desarrollo integral del individuo. Hablando concretamente de los sistemas de representación se relaciona su estudio con el desarrollo de procesos mentales que mejoran la percepción espacial y el razonamiento abstracto mejorando por tanto su capacidad intelectual.

Nos pareció por lo tanto un reto interesante diseñar un procedimiento educativo eficaz de aprendizaje a través del ordenador con el que podíamos ayudar a los alumnos en el desarrollo de habilidades mentales que les faciliten el aprendizaje de los contenidos correspondientes a la representación tridimensional.

Nuestra experiencia educativa nos ha permitido comprobar hasta qué punto se desaniman los alumnos cuando se enfrentan a contenidos que no comprenden y cómo agradecen cualquier vía alternativa que les ofrezcamos (distinta a la explicación tradicional) que les permita avanzar con el resto de los compañeros. Por eso en el diseño de los programas hemos considerado muy importante empezar por aquellos conocimientos previos que el alumno domine para llegar hasta contenidos más abstractos, utilizando el ordenador como medio motivador. El proceso que nos lleva de lo concreto a lo abstracto no sería posible si no se produjera paralelamente un desarrollo de la capacidad de visualización espacial y la capacidad de razonamiento abstracto, como así se ha demostrado en los resultados de los tests.

Hemos elegido los sistemas de representación como un lenguaje que nos permite el paso de la visión ligada a lo concreto, a la visualización espacial abstracta. No es fácil para un adolescente este paso del pensamiento concreto al abstracto, pero sabemos que precisamente en esta etapa de su vida es cuando se produce una evolución natural que le llevará a la fase de abstracción a través de un proceso cognitivo perceptivo. Hay alumnos que no tienen ningún tipo de dificultad en esta evolución; para ellos, los procedimientos empleados hasta ahora son suficientes; pero no todos tienen las mismas capacidades.

Entendemos que la explicación en la pizarra, acompañada de muchos dibujos y de un amplio discurso explicativo, puede ser muy interesante pero quizás resulte insuficiente para algunos alumnos. Conociendo las importantes soluciones que la informática nos ofrece y sabiendo las dificultades con las que los alumnos se enfrentan a los sistemas de representación, nuestro desafío ha consistido en crear un programa educativo que le ayudara con el lenguaje de los sistemas de representación a través de un instrumento motivador como la informática. En ningún momento nos hemos planteado sustituir al profesor por el ordenador sino, la utilización de éste como un importante refuerzo. Pensamos que en un futuro

próximo todos los educadores compaginarán los procedimientos tradicionales de la enseñanza, con las ventajas de la informática.

Es muy importante llegar a todos y cada uno de los alumnos con una enseñanza personalizada. El ordenador va a permitir al profesor liberarse de ciertas tareas teniendo más tiempo libre para solucionar problemas de aprendizaje. A través del ordenador, además, el alumno va a contribuir desde su experiencia personal a crear la base de su propio proceso de aprendizaje; tendrá la posibilidad de experimentar por sí mismo cómo se perciben los distintos elementos tridimensionales dependiendo del punto de vista del observador. Esto le hace sentirse protagonista del aprendizaje, a diferencia de la enseñanza tradicional en la que los alumnos con dificultades de visualización espacial se podían sentir excluidos ante un planteamiento generalizado por parte del profesor y la falta de tiempo para una dedicación más personalizada.

En la experiencia que hemos llevado a cabo en la realización de esta tesis hemos comprobado las mejoras producidas tanto en el razonamiento abstracto como en la visión espacial en los distintos grupos experimentales, los resultados son significativos. No nos atrevemos a afirmar que los programas de ordenador sean los únicos responsables de las mejoras, ni siquiera podemos decir que tanto el razonamiento abstracto como la visión espacial sean habilidades exclusivas de la materia de Educación Plástica y Visual. Cuando hablamos del desarrollo de capacidades lo tratamos como el resultado de un conjunto de intervenciones desde distintas áreas en el proceso cognitivo del alumno. Pero sí podemos afirmar con cierto fundamento que intervenciones como la que nosotros hemos practicado ayudan al alumno en su proceso de aprendizaje.

Esta tesis es un trabajo más junto a otros tantos, que se han dedicado al estudio e investigación de procesos mentales y al modo de intervenir en la mejora de éstos procesos; concretamente aquellos procedimientos que permiten el desarrollo de habilidades. Hemos demostrado que se pueden

aprovechar las ventajas que la informática nos ofrece facilitando al profesor su labor y reconociendo su importante ayuda en una enseñanza más personalizada. Nos encontramos por tanto, ante un reto importante para los educadores.

Para nosotros, la pieza esencial de todo proceso de mejora cualitativa de la enseñanza son los profesores. Son ellos quienes, en cada situación del aprendizaje con sus decisiones y su actuación, conseguirán que el medio quede integrado o se convierta en una anécdota sin eficacia didáctica. Debido a que muchas de las posibilidades que nos ofrecen los recursos informáticos se hallan sin explorar, el análisis crítico por parte de los profesores se presenta como algo esencial e imprescindible.

Tenemos claro que el ordenador no puede sustituir en el aula al profesor, pero sí podemos reflexionar sobre las tareas que el alumno puede hacer a través del ordenador y aquellas en las que es necesaria la presencia del profesor. Aunque todavía no tenemos en los institutos aulas perfectamente equipadas con un ordenador por alumno, en el futuro eso será una realidad. Por lo tanto, los profesores tendremos que prepararnos para utilizar los medios informáticos con la normalidad con la que utilizamos otros medios como los audiovisuales. Las empresas que se dedican al diseño de programas educativos también tendrán que tener en cuenta lo mucho que pueden aportar con su experiencia los profesionales de la enseñanza.

En nuestra investigación hemos trabajado con los grupos que más dificultades tenían de aprendizaje, los que han obtenido peores resultados en los pretests y por tanto los más desmotivados. Tengo que reconocer que la respuesta de los alumnos ante los programas, ha sido en general bastante buena; se han sentido motivados trabajando en un medio distinto al habitual. A través de las actividades planteadas, han podido analizar, razonar, visualizar y resolver cuestiones tridimensionales tanto en el espacio como en los sistemas de representación, sin tener que pasar por las

disciplinadas actividades manuales de la enseñanza tradicional. A los alumnos que tienen dificultades para realizar el trazado sobre papel les ha gustado combinar el esfuerzo manual (y mental por supuesto) de las actividades de clase, con el esfuerzo sólo mental que debían hacer frente al ordenador. Hemos conseguido que la clase fuese más dinámica ocupando en algunos momentos dos aulas (la de plástica y la de informática), este movimiento nos obligaba a recordarles que tenían que ser responsables de mantener un ambiente de trabajo.

A medida que iban avanzando en la ejecución de los programas y mejorando su visualización espacial aumentaba la confianza en sus posibilidades tanto al interpretar dibujos como al expresar sus ideas. Han aprendido a crear sus propios diseños, aprovechando las ventajas de AutoCAD: rapidez de ejecución y resultado final muy satisfactorio. Por lo tanto, paralelamente a la utilización de los programas bidimensionales que le ayudaban a comprender los contenidos básicos de los sistemas de representación, el alumno ha tenido acceso a los espacios CREAR en los que ha podido plasmar sus ideas, manejando alguna de las herramientas de AutoCAD.

Hemos aplicado esta experiencia a alumnos con dificultades y hemos demostrado que se obtienen buenos resultados, suponemos que estos mismos programas aplicados a alumnos con mejor nivel académico tendrán mejor respuesta. La intervención se ha realizado durante un año escolar, los resultados en el caso de que se extendiera a los cuatro años que dura la ESO también mejorarían considerablemente. No debemos olvidar que se trata de un material de refuerzo que no obliga a hacer variaciones significativas en la programación y que no suponen un esfuerzo extra para el profesor.

Cuando el uso de los ordenadores se generalice es muy probable que se pierda un factor que ha influido muy positivamente en nuestra investigación: la motivación del alumno ante lo novedoso. En cualquier caso

sí consideramos interesante de nuestra experiencia el estudio del ordenador no sólo como un transmisor de contenidos sino como herramienta que mejora capacidades mentales. Durante años en la asignatura de Dibujo Técnico el alumno dedicaba mucho tiempo al trazado y acabado de los ejercicios; con la informática, la asignatura da prioridad a las ideas y al conocimiento del lenguaje en el que se expresan esas ideas porque el trazado y el acabado se lo dejamos a los ordenadores que son más rápidos y que nos ofrecen mejores realizaciones.

CAPÍTULO X:
DOCUMENTO PROGRAMAS

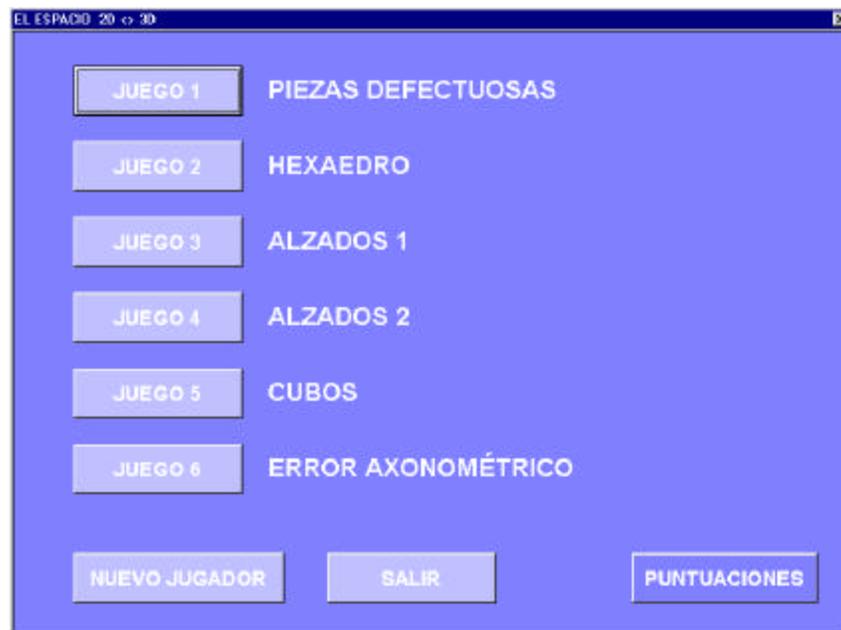


PRESENTACIÓN DEL JUEGO NIVEL1:

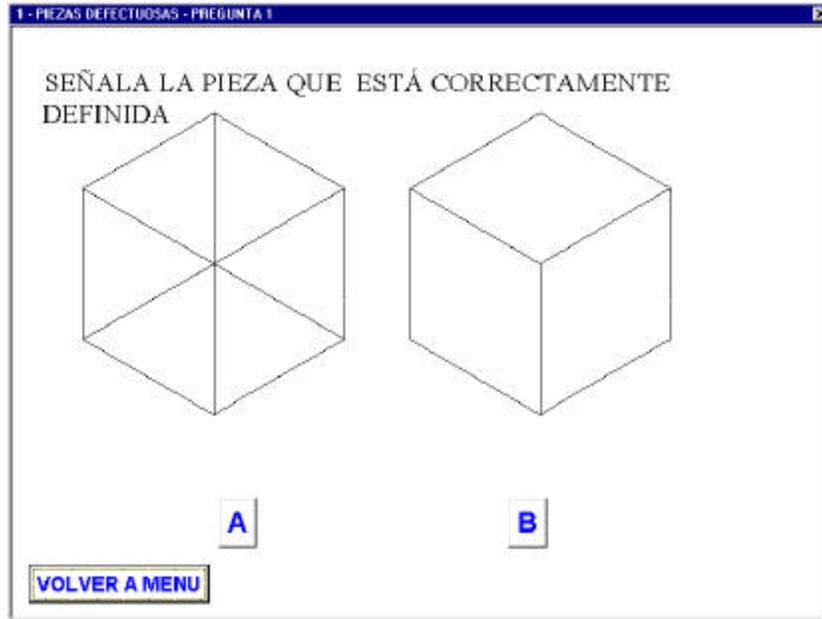
La pantalla presentación de los programas es siempre la misma sea cual sea el nivel. Haciendo clic en el botón "INICIAR SESIÓN" aparece un mensaje para que el alumno ponga su nombre apellidos y el curso al que pertenece.



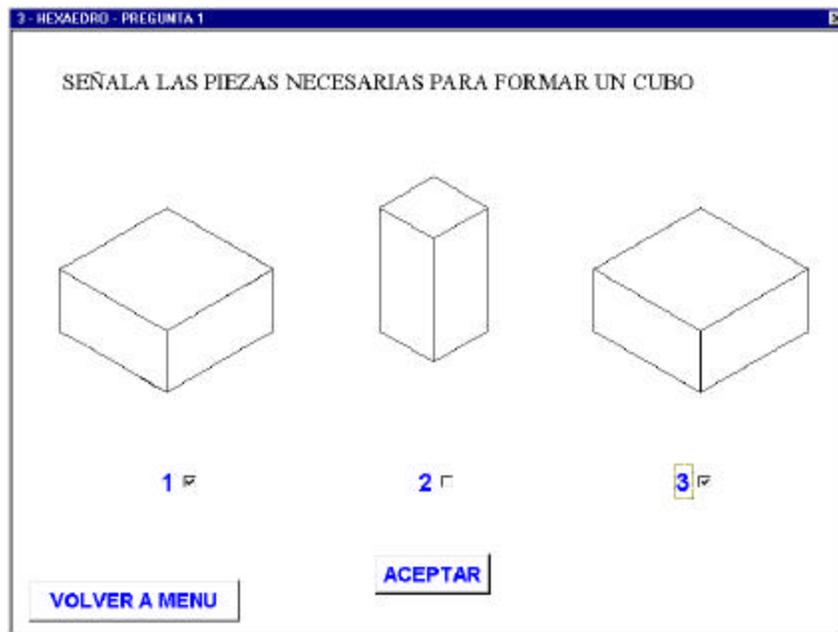
La siguiente pantalla es en la que nos presentan los seis juegos correspondientes al nivel 1. Para empezar a ejecutar cualquiera de los juegos haremos clic en el que nos interese.



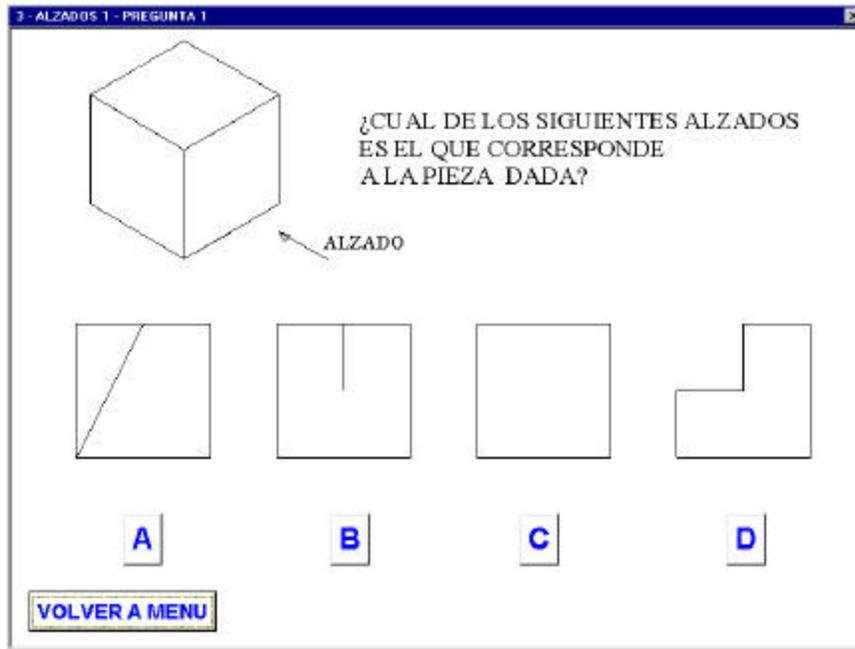
JUEGO 1: PIEZAS DEFECTUOSAS: De las dos representaciones de una misma pieza, sólo una está **correctamente** representada. Pondremos el ratón sobre la letra correspondiente a la pieza bien representada (en este ejemplo la correcta es la B).



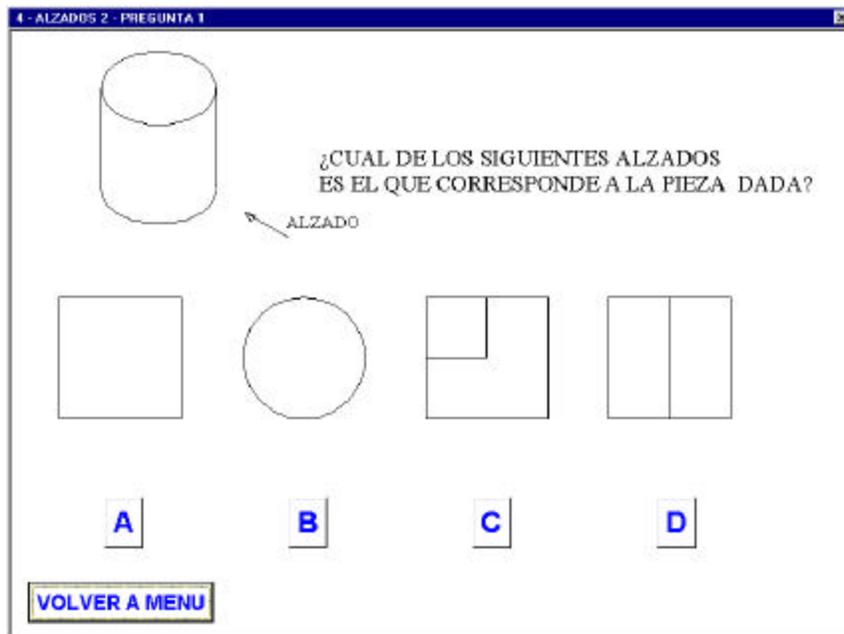
JUEGO 2: HEXAEDRO. Nos dan tres piezas, con la unión de dos o tres se formaría un cubo. Marcaremos los números correspondientes a la solución y después haremos clic sobre el botón ACEPTAR.



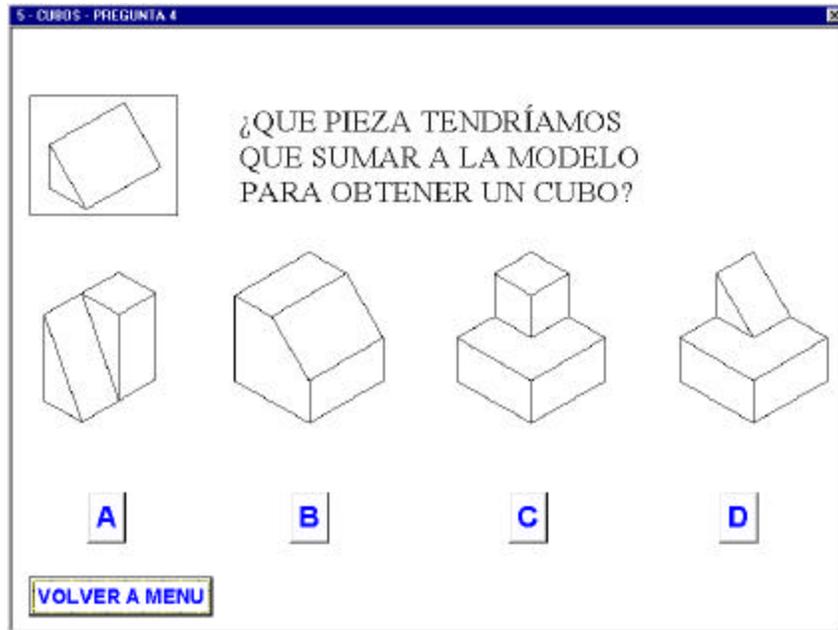
JUEGO 3: ALZADOS I. Nos dan una pieza dibujada en el sistema axonométrico isométrico y debajo cuatro vistas diédricas, de las cuales sólo una corresponde al alzado de la pieza dada. Haremos clic en la letra correspondiente a la solución correcta (en este caso la letra C).



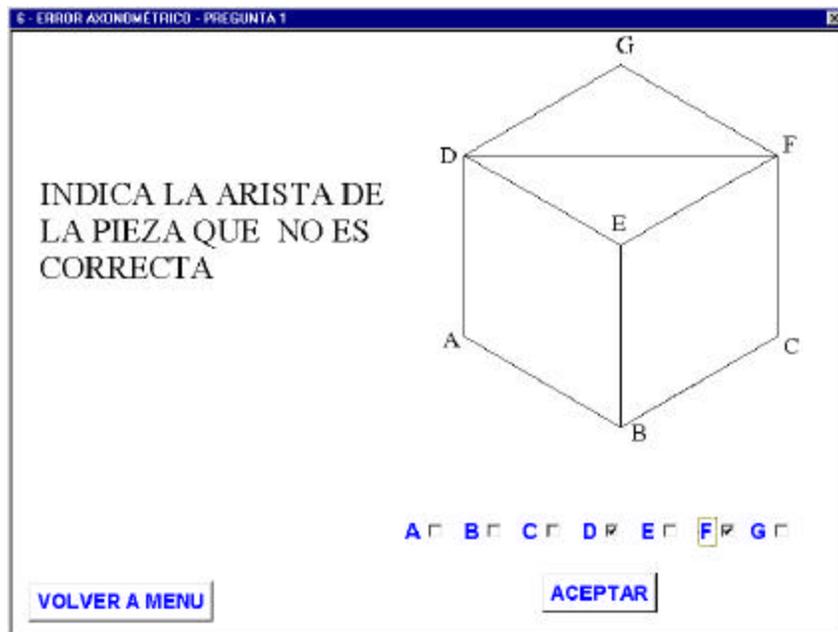
JUEGO 4: ALZADOS 2. Es igual al anterior pero con la diferencia de que las piezas tienen superficies cilíndricas (en este caso la solución sería la A)



JUEGO 5: CUBOS. Si añadimos la pieza modelo a una de las cuatro que nos proponen abajo obtendríamos un cubo. Haremos clic en la letra correspondiente a la solución (En este caso la letra B).



JUEGO 6: ERROR AXONOMÉTRICO. Una de las aristas marcadas en la pieza no es correcta. Cuando sepamos cual es, señalaremos las letras que corresponden a sus vértices. (En este caso sería el vértice D y el vértice F). Haremos clic en ACEPTAR.

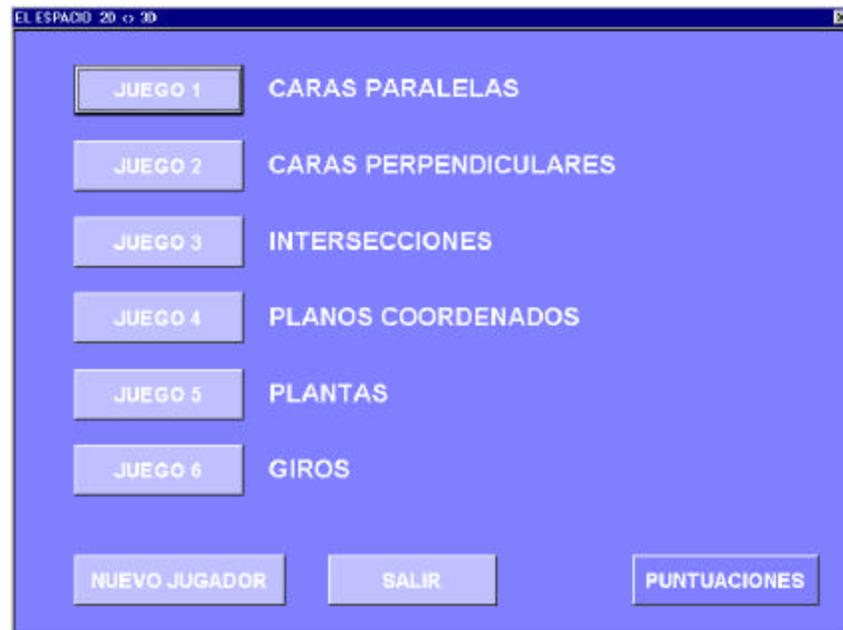


PRESENTACIÓN DEL JUEGO NIVEL2:

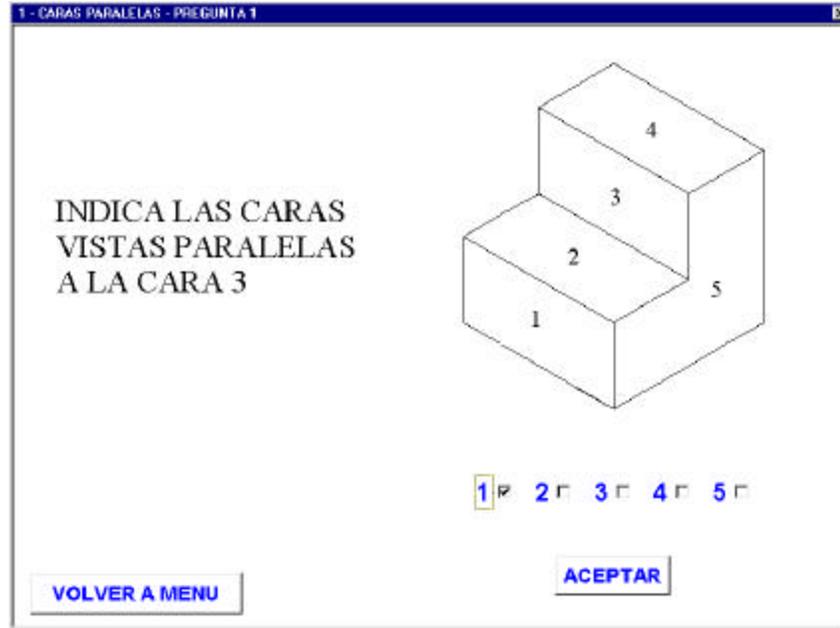
Nos aparece la pantalla presentación de los programas. Haremos clic en el botón "INICIAR SESIÓN" y nos aparecerá un mensaje para que pongamos nuestro nombre apellidos y el curso al que pertenecemos.



La siguiente pantalla nos presenta los seis juegos correspondientes a ese nivel. Para empezar a ejecutar cualquiera de los juegos haremos clic en el que nos interese.



JUEGO 1: CARAS PARALELAS. Nos aparece representada una pieza en el sistema axonométrico isométrico. De las cinco caras que vemos nos piden que señalemos la que es paralela a la cara 3 (la solución es la cara 1). Haremos clic en ACEPTAR.



JUEGO 2: CARAS PERPENDICULARES. Nos aparece representada una pieza en perspectiva axonométrica isométrica. De las cinco caras que vemos nos piden que señalemos las que son perpendiculares a la arista roja (en este caso la 2 y la 4). Haremos clic en ACEPTAR.



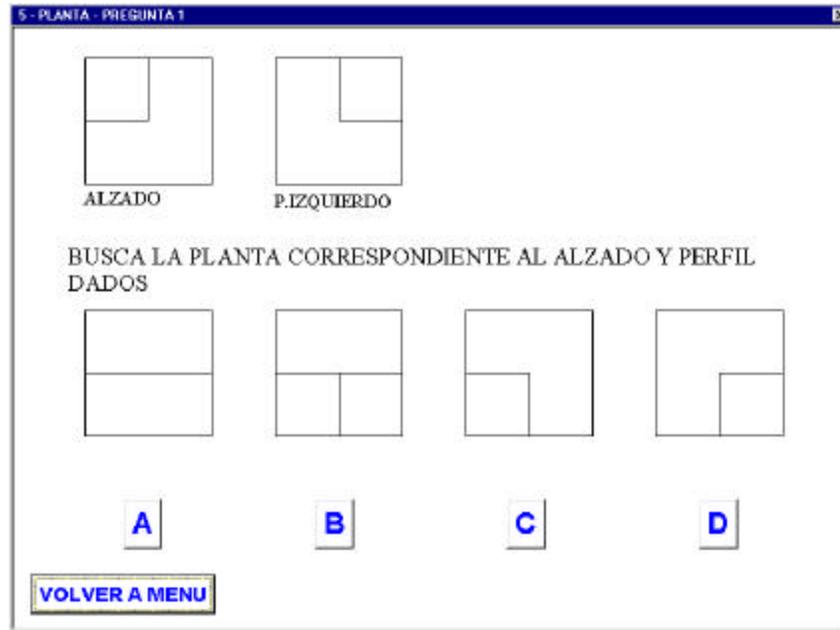
JUEGO 3: Tenemos que señalar las caras que contienen a la arista cuyos vértices son "AB" (en este caso serían la cara 1 y la 3). Haremos clic en ACEPTAR.



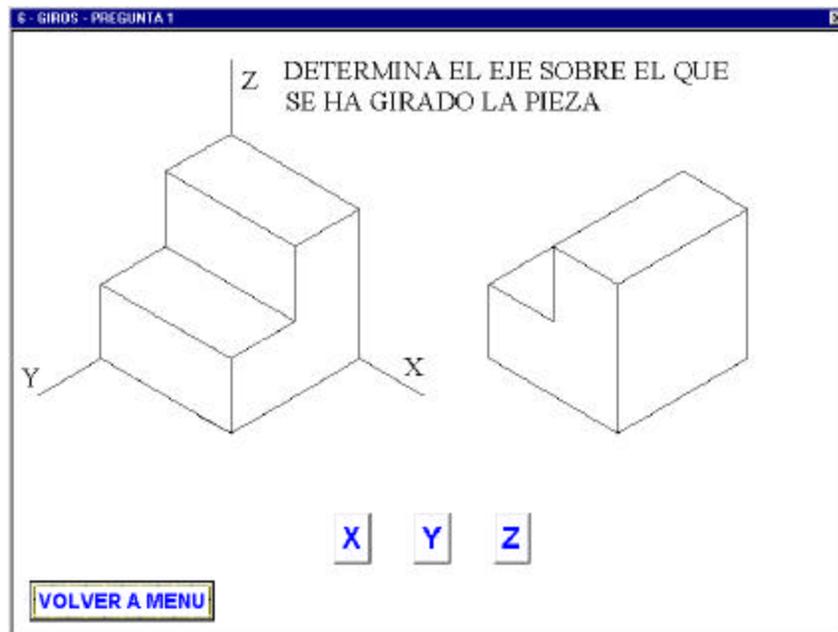
JUEGO 4: PLANOS COORDENADOS. A la izquierda nos aparecen representados los planos coordenados y a la derecha la pieza representada. Debemos señalar las caras de la pieza que son paralelas al PH (la solución es la cara 1). Haremos clic en ACEPTAR.



JUEGO 5: PLANTAS. Nos dan el Alzado y el P. Izquierdo de una pieza. Debemos visualizar la pieza e imaginar cómo sería su planta (en este caso la solución es la planta C).



JUEGO 6: GIROS. Aparecen dos representaciones de una misma pieza. El paso de una representación a otra se ha hecho mediante un giro alrededor de uno de los ejes coordenados (en este caso la solución es el eje Z).



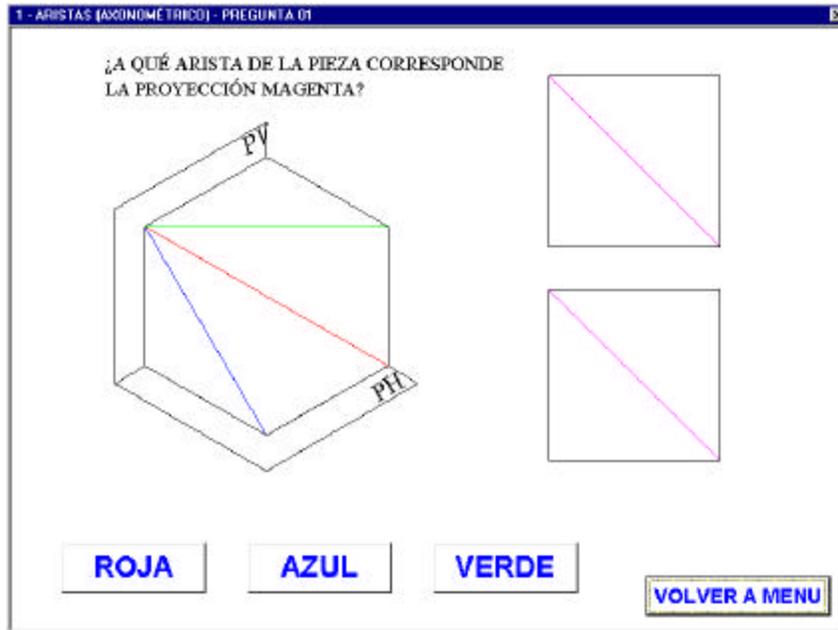
PRESENTACIÓN DEL JUEGO NIVEL2S: La pantalla presentación de los programas es siempre la misma sea cual sea el nivel. Haciendo clic en el botón "INICIAR SESIÓN" aparece el mensaje para que el alumno ponga su nombre, apellidos y el curso.



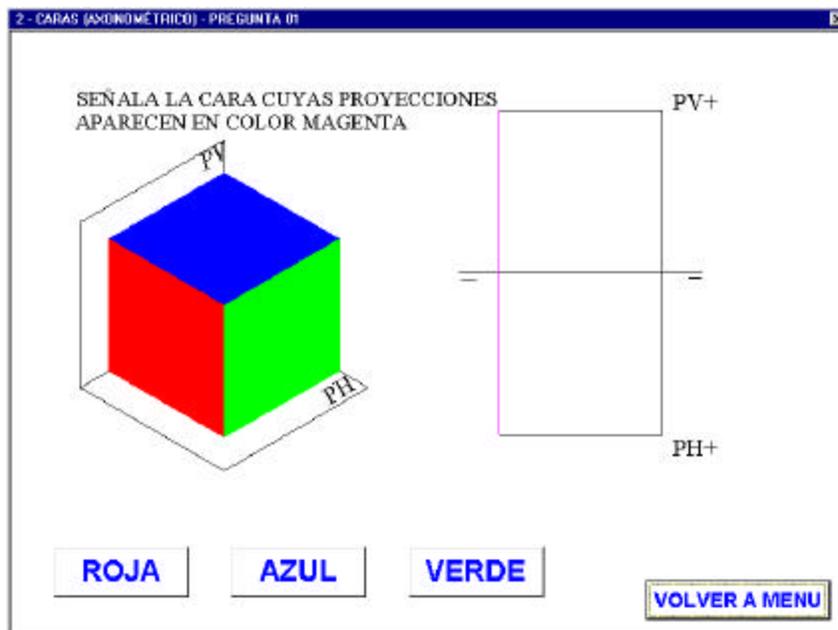
La siguiente pantalla es en la que nos presentan los seis juegos correspondientes a ese nivel. Para empezar a ejecutar cualquiera de los seis juegos haremos clic en el que nos interese.



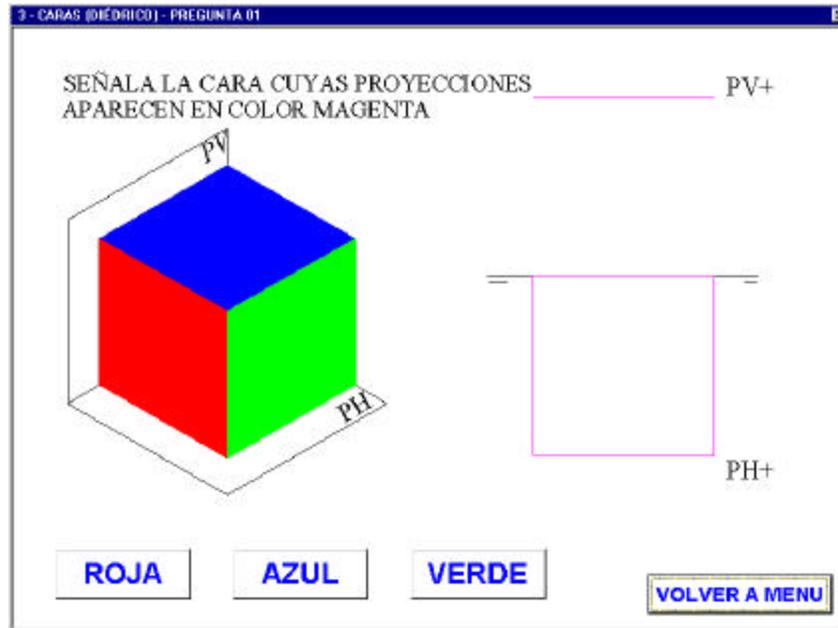
JUEGO 1: ARISTAS (AXONOMÉTRICO): Aparece señalada en color magenta una de las aristas representadas por su proyecciones en el alzado y en la planta. De las tres aristas coloreadas en axonométrico sólo una corresponde a las proyecciones de color magenta (en este caso la solución es la “ROJA”).



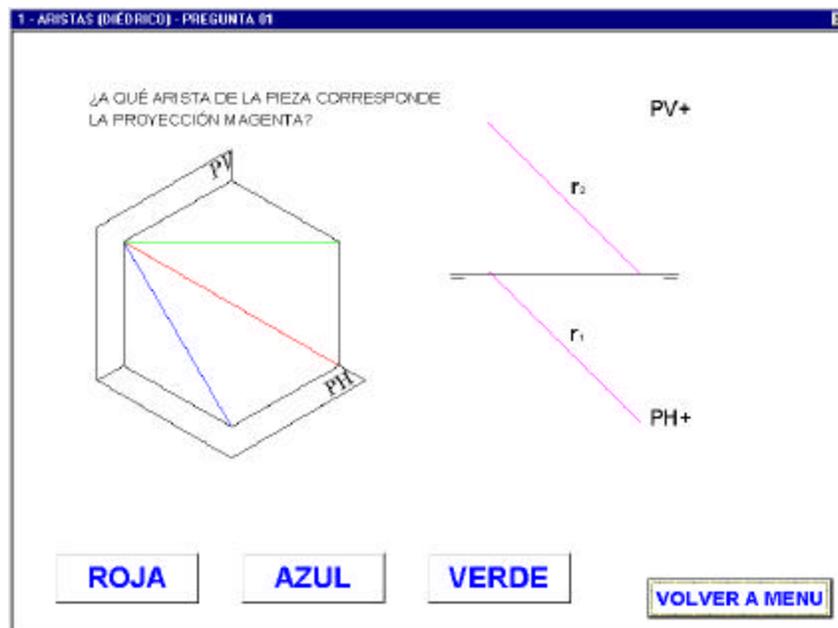
JUEGO 2: CARAS (AXONOMÉTRICO): Aparece en color magenta la proyección horizontal y vertical de una de las caras. Hay que determinar a cual de las tres caras coloreadas en axonométrico corresponden las proyecciones.



JUEGO 3: CARAS (DIÉDRICO): En color magenta aparecen la proyección horizontal y vertical de una de las caras. Tenemos que determinar a cual de las tres caras coloreadas corresponden las proyecciones (en este caso la solución es la “AZUL”).



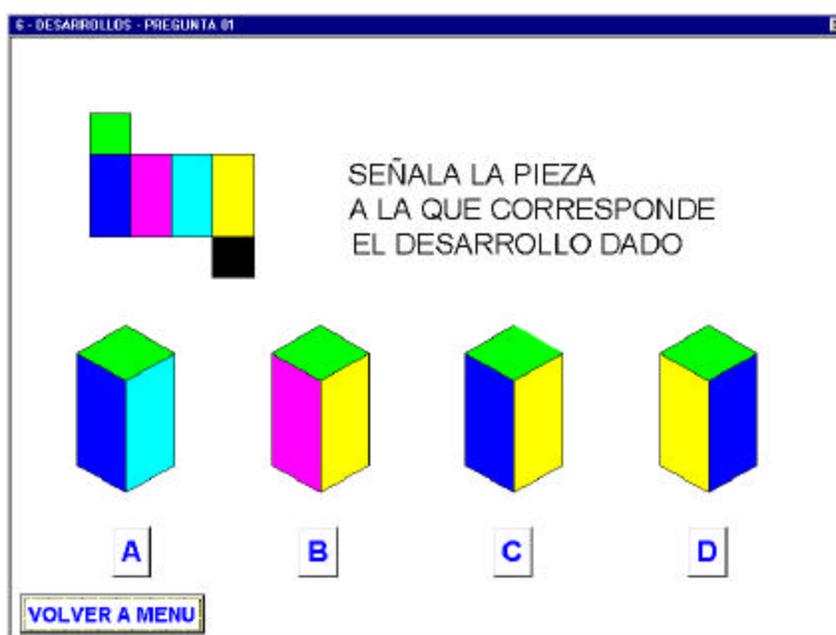
JUEGO 4: ARISTAS (DIÉDRICO): Nos dan la proyección horizontal y vertical de una de las aristas r_1 y r_2 . Tenemos que determinar a cual de las aristas coloreadas corresponden estas proyecciones (en este caso a la arista “ROJA”).



JUEGO 5: VISUALIZACIÓN: Nos aparece una pantalla con las tres vistas diédricas de una pieza. Cuando sepamos de qué pieza se trata pasaremos a la siguiente pantalla y elegiremos la correcta entre las tres posibles soluciones que se nos ofrecen.



JUEGO 6: DESARROLLOS. Nos dan el desarrollo bidimensional de una pieza. Dicho desarrollo corresponde a una de las cuatro piezas representadas en axonométrico. Señalaremos de cual se trata.



PRESENTACIÓN DEL JUEGO NIVEL3:

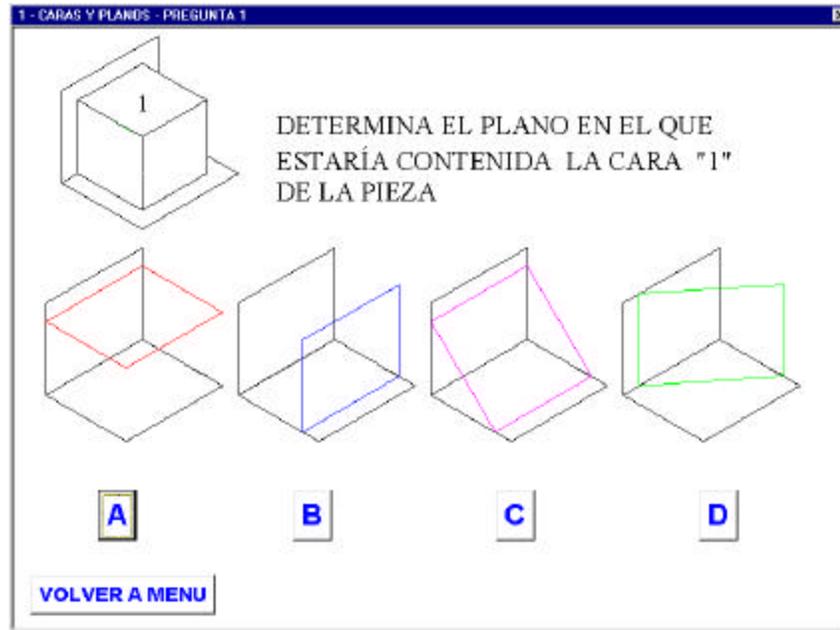
Nos aparece la pantalla presentación de los programas. Haremos clic en el botón "INICIAR SESIÓN" y nos aparecerá un mensaje para que pongamos nuestro nombre, apellidos y curso.



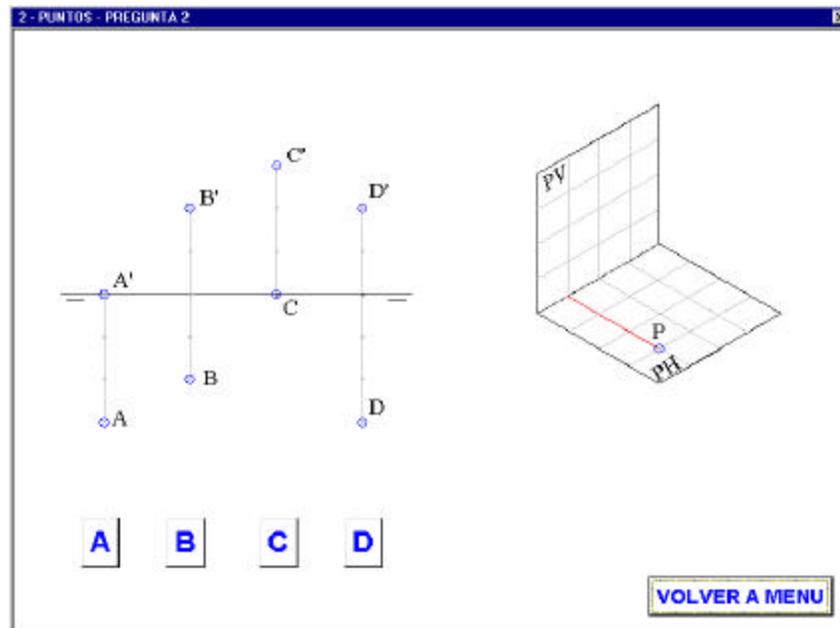
La siguiente pantalla nos presenta los seis juegos correspondientes a ese nivel. Para empezar a ejecutar cualquiera de los juegos haremos clic en el que nos interese.



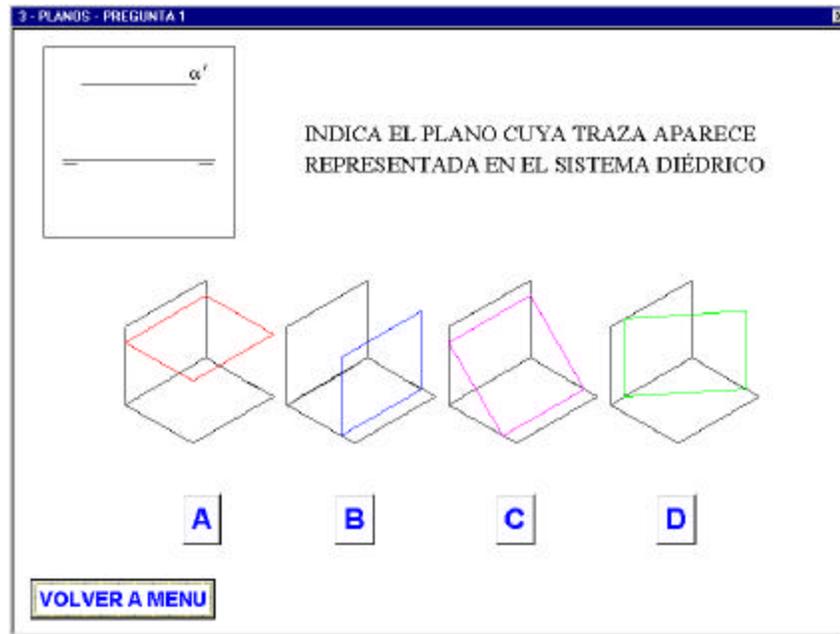
JUEGO 1: CARAS Y PLANOS. La pieza modelo aparece representada sobre los planos coordenados. Tenemos que señalar de los planos representados abajo aquellos que podrían contener a la cara 1 (en este caso la cara 1 es paralela al P.H. y la solución por lo tanto tendría que ser la A).



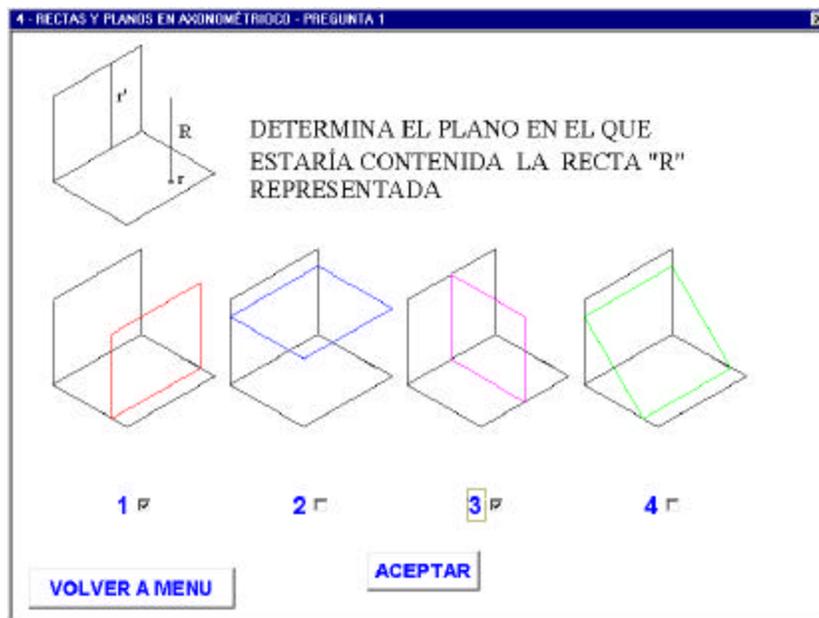
JUEGO 2: PUNTOS. Tenemos cuatro puntos representados en el sistema diédrico. Sólo uno de ellos corresponde al punto P representado en axonométrico (la solución es el punto A).



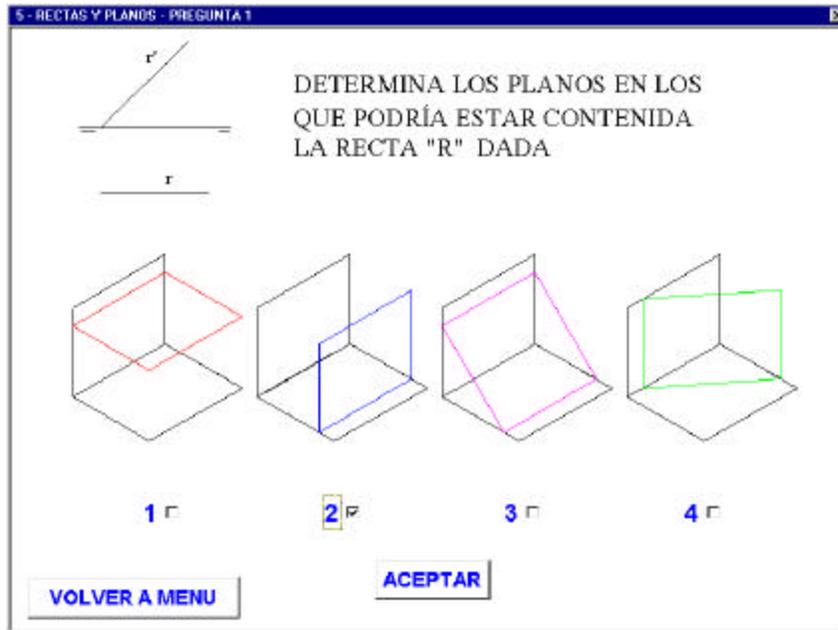
JUEGO 3: PLANOS. Tenemos una traza de un plano en el sistema diédrico que corresponde a uno de los cuatro planos representados en axonométrico isométrico (el plano que corresponde a la traza es el A).



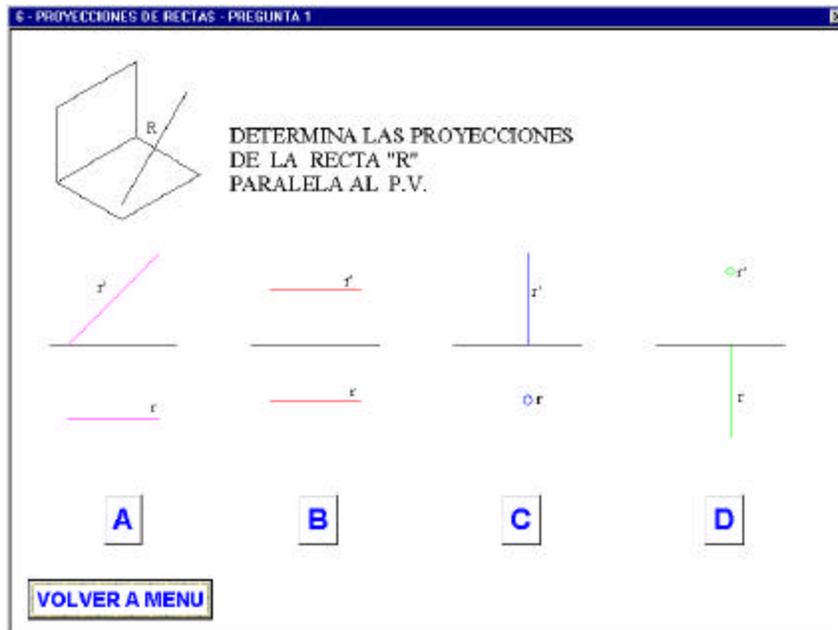
JUEGO 4: RECTAS EN AXONOMÉTRICO. Nos dan la recta R en axonométrico isométrico y nos piden que determinemos el plano o los planos que podrían contener a la recta (la solución es el plano 1 y el 3). Haremos clic en ACEPTAR.



JUEGO 5: RECTAS Y PLANOS. Nos dan las proyecciones de la recta R en el sistema diédrico y nos piden que determinemos aquellos planos representados en axonométrico que podrían contener a la recta (la solución es la B, ya que la recta es paralela al PV y el plano también).



JUEGO 6: Nos dan una recta representada en axonométrico isométrico y tenemos que buscar sus correspondientes proyecciones en diédrico (la solución A corresponde a las proyecciones correctas).



ESPACIO VIRTUAL 3D

Los diseños creados en el espacio virtual 3D pueden abrirse con el AutoCAD-2000. Si los alumnos no saben manejar el programa, es aconsejable desplegar una barra de herramientas personalizada. De esta forma, en pantalla aparecerán sólo aquellos símbolos de herramientas que son necesarios para manipular el objeto, evitaremos confusiones innecesarias y facilitaremos su trabajo. Poco a poco el alumno se irá familiarizando con algunas opciones de AutoCAD.

BARRA DE HERRAMIENTAS, ESPACIO 3D:



Encuadre 3D Inicia la vista 3D interactiva y permite arrastrar la vista horizontal y verticalmente.



Zoom 3D Inicia la vista 3D interactiva y permite ampliar y reducir la vista.



Órbita 3D Controla la visualización interactiva de objetos en 3D:



Órbita continua 3D Inicia la vista 3D interactiva con órbita continua activa en la vista 3D.



Deshacer: volvemos a visualizar el dibujo anterior y nos permite si no nos gusta la última vista volver a la anterior.



Previo: nos permite volver al dibujo inicial.

BARRA DE HERRAMIENTAS, ESPACIO CREAR.



Línea: Crea una sucesión de segmentos de línea recta entre puntos. Dibuja un segmento entre dos puntos y sigue solicitando puntos, así sucesivamente hasta que pulsemos INTRO para terminar el comando.



Borrar: nos permite borrar cualquier elemento que seleccionemos, bien señalando uno de sus puntos o bien mediante una ventana.



Copiar: podemos hacer copia de cualquier elemento que seleccionemos. Será necesario señalar en el objeto un punto base de arrastre y un punto posterior donde aparecerá copiado.

VISUALIZACIÓN OBJETOS 3D:

Analiza detenidamente las formas básicas que componen el objeto que estás visualizando.

Axonométrico: Dibuja la perspectiva axonométrica del objeto desde distintos puntos de vista, teniendo en cuenta las posibles variaciones de las formas básicas dependiendo del punto de vista.

Diédrico: Dibuja la perspectiva diédrica (vista de planta y alzado) del objeto, teniendo en cuenta las posibles variaciones de las formas básicas dependiendo del punto de vista, desde arriba la proyección horizontal y de frente la proyección vertical.

VISUALIZACIÓN FORMAS 3D:

Analiza detenidamente cómo varían las formas que observas dependiendo del punto de vista.

Axonométrico: Dibuja la perspectiva axonométrica del objeto desde algún punto de vista significativo.

Diédrico: Dibuja la perspectiva diédrica (vista de planta y alzado) del objeto, teniendo en cuenta que desde arriba vemos la proyección horizontal y de frente la proyección vertical.

VISUALIZACIÓN ELEMENTOS BÁSICOS: PUNTO, RECTA Y PLANO:

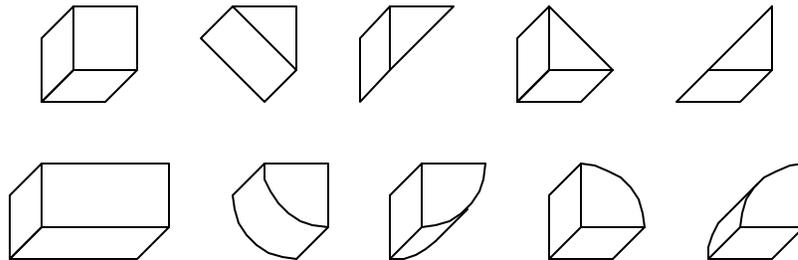
Analiza en cada caso cual es la posición espacial relativa de cada elemento respecto de los planos coordenados, y la posición respecto de la L.T. en la representación diédrica.

Paralelismo: Observa si existe una relación de paralelismo entre el elemento que estás visualizando y los planos coordenados y cómo se representa esta relación en diédrico respecto de la línea de tierra.

Perpendicularidad: Observa si existe una relación de perpendicularidad entre el elemento que estás visualizando y los planos coordenados y cómo se representa esta relación en diédrico respecto de la línea de tierra.

Deformaciones o verdaderas magnitudes Observa aquellos casos en los que el elemento del espacio se proyecta sin sufrir ninguna variación. Comprueba el paralelismo existente entre el elemento y el plano proyectante. Y al contrario cuando no existe esta relación de paralelismo, comprueba la deformación que sufre dependiendo del ángulo existente entre el elemento espacial y el plano proyectante.

ESPACIO CREAR 3D. BLOQUES:



CONSTRUCCIÓN:

COPIAR BLOQUES:

Pasos a seguir con el ratón para **copiar** bloques:

- 1.- Pinchar el símbolo de **copiar** con botón izquierdo.
- 2.- **Seleccionar** el bloque que queramos copiar con botón izquierdo.
- 3.- Botón derecho sobre el bloque para **arrastrarlo**.
- 4.- Botón izquierdo sobre el bloque para indicar **punto base**.
- 5.- Botón izquierdo sobre el lugar en el que queramos **dejar** el bloque.
- 6.- **Repetir** los pasos anteriores para copiar cualquier bloque.

BORRAR LOS BLOQUES:

Pasos a seguir con el ratón para **borrar** los bloques:

- 1.- Pinchar el símbolo de **borrar** con botón izquierdo.
- 2.- **Seleccionar** el bloque que queramos borrar con botón izquierdo.
- 3.- Botón derecho para **borrarlo**.

VISUALIZAR CONSTRUCCIÓN:

Pasos a seguir con el ratón para **visualizar** la construcción en 3D:

- 1.- **Borrar** los bloques modelo.
- 2.- **Seleccionar** la órbita 3D.
- 3.- **Girar** la construcción para observarla desde distintos puntos de vista.

ESPACIO CREAR 3D. AXONOMÉTRICO Y DIÉDRICO.

En los espacios CREAR, tanto de axonométrico como diédrico o de los dos sistemas juntos, nos aparece en pantalla una plantilla en la que tenemos representado por puntos un cubo.

Utilizando el modelo que nos dan que nos sirve de referencia, podremos dibujar cualquier diseño utilizando la opción línea de AutoCAD.

Una vez terminado el diseño lo guardaremos con nuestro nombre y podremos buscar en los archivos la plantilla para hacer un nuevo diseño.

CAPÍTULO XI:
BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

ARTE Y PERCEPCIÓN VISUAL

- ALEXANDER, C. (1973). *Ensayo sobre la síntesis de la forma*. Buenos Aires. Infinito.
- ALLPORT, F.H. (1974). *Problema de la percepción*. Nueva Visión. Buenos Aires.
- ÁLVAREZ VILLÁN, A. (1973). *El mundo mágico de la percepción*. Madrid. Doncel.
- ARNHEIM, R. (1976). *El pensamiento visual*. Buenos Aires. EUDEBA.
- ARNHEIM, R. (1981). *Arte y percepción visual*. Madrid. Alianza.
- ARNHEIM, R. (1984). *El poder del centro*. Madrid. Alianza Forma.
- ARGÁN, G.C. (1987). *Renacimiento y Barroco*. Madrid. Akal.
- ARMSTRONG, D. M. (1966). *La percepción y el mundo físico*. Madrid. Tecnos.
- BAYO MARGALEF, José. (1987). *Percepción, desarrollo cognitivo y artes visuales*. Barcelona. Anthropos.
- BERGER, J. (1975). *Modos de ver*. Barcelona. Gustavo Gili.
- BERGER, J. (1978). *Mirar*. Barcelona. Blume.
- BLACK, M. y otros (1983). *Arte percepción y realidad*. Paidós. Barcelona.
- CALAF, R. NAVARRO, A. y SAMANIEGO, J. (2000). *Ver y comprender el arte del siglo XX*. Madrid. Síntesis.
- CALBÓ I ANGRILL, Muntsa. (2002). *El volumen: percepción de la forma tridimensional en el espacio*. Barcelona. Praxis.
- COHEN, J. (1974). *Sensación y percepción visuales*. México. Trillas.
- DAVIS, F. (1992). *La comunicación no verbal*. Madrid. Alianza.
- DELCLAUX, F. (1987). *El silencio creador*. Madrid. Rialp.

- DÉRIBÉRÉ, (1964). *El color en las actividades humanas*. Tecnos. Madrid.
- DOESBURG, Theo van (1985). *Principios del nuevo arte plástico y otros escritos*. Murcia: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos.
- D'ORS, E. (1996). *Las ideas y las formas*. Madrid: Aguilar.
- FRAISE, O. y PIAGET, J. (1979). *La percepción*. Buenos Aires. Paidós.
- FRISBY, J.P. (1987). *Del ojo a la visión*. Madrid. Alianza.
- GARDNER, H. (1994). *Educación artística y desarrollo humano*. Barcelona. Paidós.
- GERRITSEN, F. (1976). *Color. Apariencia óptica, medio de expresión plástica y fenómeno físico*. Blume. Barcelona.
- GIBSON, J.J. (1974). *La percepción del mundo visual*. Buenos Aires. Infinito.
- GIVONE, S. (1990). *Historia de la estética*. Madrid. Tecnos.
- GOLDSTEIN, E. Bruce. (1988). *Sensación y percepción*. Debate. Madrid.
- GOMBRICH, E.H. (1979). *Arte e ilusión. Estudio sobre la psicología de la representación pictórica*. Barcelona. Gustavo Gili.
- GOMBRICH, E. ; HOCHBERG, J. BLACK, M. (1983). *Arte percepción y realidad*. Paidós. Barcelona. Buenos Aires.
- GREGORY, R.L. (1965). *Ojo y cerebro. Psicología de la visión*. Madrid. Guadarrama.
- GUIRAO, M. (1980). *Los sentidos, base de la percepción*. Madrid. Alhambra..
- HOGG, J. (1975). *Psicología y artes visuales*. Barcelona. Gustavo Gili.
- HUBEL, D. y otros (1979). *Mecanismos de la visión. Investigación científica. El cerebro*. Barcelona.
- JUANOLA TERRADELLAS, R. (1987). *La educación visual en la escuela*. Barcelona. Paidós.
- KANIZZA, G. (1986). *Gramática de la visión. Percepción y pensamiento*. Barcelona. Paidós.
- KEPES, G. (1969). *El lenguaje de la visión*. Buenos Aires. Infinito.

- LEFEBVRE, H. (1983). *La presencia y la ausencia. Contribución a la teoría de las representaciones*. México. Fondo de cultura económica.
- LURIA, A. (1978). *Sensación y percepción*. Barcelona. Fontanella.
- MALDONADO, T. (1994). *Lo real y lo virtual*. Barcelona. Gedisa.
- MARCHAN, S. (1982). *La estética de la cultura moderna*. Barcelona. Gustavo Gili.
- MATTELART, M. (1988). *El carnaval de las imágenes*. Madrid. Akal.
- MERCEAU PONTY, M. (1985). *Fenomenología de la visión*. Madrid. Planeta Agostini.
- MOLES, A. Y ROHMER, E. (1972). *Psicología del espacio*. Madrid. Ricardo Aguilera.
- OCAMPO, E. y PERAN, M. (1991). *Teorías del Arte*. Barcelona. Icaria.
- OÑATIVA, O. (1971). *Percepción y creatividad*. Buenos Aires: Humanitas.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1985). *La deshumanización del Arte*. Barcelona. Planeta Agostini.
- OSBORNE, H. (1971). *Estética y teoría del arte*. Brasil. Cultrix.
- PARÍS, J. (1967). *El espacio y la mirada*. Madrid. Taurus.
- PERCEVAL, A. (1986). *La visión*. Fondo de cultura económica. Mexico.
- PIAGET, J. y FRAISSE, P. (1973). *La percepción*. Buenos Aires. Paidós.
- PIERANTONI, R. (1984). *El ojo y la idea. Fisiología e historia de la visión*. Barcelona. Paidós.
- PIRENNE, M.H. (1974). *Óptica, perspectiva, visión en la pintura, arquitectura y fotografía*. Buenos Aires. Víctor Leru.
- ROCK, I. (1985). *La percepción*. Barcelona. Labor.
- SCHEFER, J.L. (1970). *Escenografía de un cuadro*. Barcelona. Seix Barral.
- SCHIFFMAN, H.R. (1981). *La percepción sensorial*. Mexico. Limusa.
- TAMAYO ACOSTA, D. (1987). *Educación de la sensibilidad*. Madrid. Alhambra Longman.
- VILLEGAS LÓPEZ, M. (1991). *La nueva cultura*. Madrid. Ediciones J.C.

LA IMAGEN. ANÁLISIS DE LAS FORMAS

- ALVARO, M.A. y otros. (1974). *Saber ver el arte*. Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- BAKER, G. (1991). *Análisis de la forma*. Barcelona. Gustavo Gili.
- BERGER, J. y otros. (1975). *Modos de ver*. Gustavo Gili. Barcelona..
- BONSIÉPE, G. (1978). *Teoría y práctica del diseño industrial*. Barcelona. Gustavo Gili.
- COSTA J. (1971). *La imagen y el impacto psicovisual*. Barcelona. Zeus.
- DA VINCI, Leonardo. (1972). *Tratado de Pintura*. Madrid. Nacional.
- DALLEY, T. (1981). *Ilustración y diseño*. Madrid. Blume.
- DEBRAY, R. (1991). *Vida y muerte de las imágenes. Historia de la mirada de occidente*. Barcelona. Paidós.
- DONDIS, D.A. (2000). *La sintaxis de la imagen. Introducción al alfabeto visual*. Barcelona. Gustavo Gili.
- FERNÁNDEZ, F. y MARTÍNEZ, J. (2000). *Manual básico de lenguaje y narrativa audiovisual*. Barcelona. Paidós.
- GIBILISCO, S. (1991). *Ilusiones ópticas*. Madrid. Mc Graw Hill.
- HESKETT, J. (1985) *Breve historia del diseño industrial*. Ediciones del Serval.
- KEPES, G. (1976). *El lenguaje de la visión*. Ediciones Infinito, Buenos Aires.
- KÖLER, KOFFKA y SANDER. (1969). *Psicología de la forma*. Buenos Aires.
- HUYGE, R. (1968). *Los poderes de la imagen*. Barcelona. Labor..
- LOEWY, R. (1960). *Diseño industrial*. Madrid. Blume.
- LYNCH, K. (1967). *La imagen de la ciudad*. Buenos Aires. Infinito.

- MAIER,M. (1982). *Procesos elementales de proyectación y configuración*. Barcelona. Gustavo Gili.
- MAÑA,J.(1974). *El diseño industrial*. Salvat.
- MATILLA, L. y ALONSO, M. (1990). *Imágenes en acción*. Madrid. Akal.
- MOHOLNAGY,L.(1985). *La nueva visión*. Ediciones Rodríguez Pena.
- MOLES,A. (1975). *Teoría de los objetos*. Barcelona. Gustavo Gili.
- MULLER, J.-BROCKMANN.(1982). *Sistemas de retículas. Un manual para diseñadores gráficos*. Col. 'GGD', Gustavo Gili.
- MUNARI,B. (1975). *Diseño y comunicación visual*. Barcelona. Gustavo Gili.
- MUNARI,B. (1983). *¿Cómo nacen los objetos?*. Barcelona. Gustavo Gili.
- PAPANECK,V. (1977). *Diseñar para el mundo real*. Madrid. Blume.
- PARIS, J. (1967). *El espacio y la mirada*. Taurus. Madrid.
- SCOTT, R.G. (1973). *Fundamentos del diseño*. Buenos Aires. Víctor Lerú.
- SWAM, A. (1990). *Como diseñar retículas*. Barcelona: Gustavo Gili,.
- VERNON, M.D. (1973). *Psicología de la percepción*. Buenos Aires. Paidós.
- VILLAFANE. (1987). *Introducción a la teoría de la imagen*. Pirámide. Madrid.
- VILLAFANE, J. y MÍNGUEZ, N. (1996). *Principios de la Teoría General de la Imagen*. Madrid. Pirámide.
- WEDEWER, R. (1973). *El concepto de cuadro*. Labor. Barcelona.
- WILLIAMS, C. (1984). *Los orígenes de la forma*. Gustavo Gili. Barcelona.
- WONG,WUCIUS. (1981). *Fundamentos del diseño bi y tridimensional*. Barcelona. Gustavo Gili.

EDUCACIÓN. PSICOLOGÍA.

- ADAMS, E. (1978). *Como realizar la programación*. Anaya. Salamanca.
- ALONSO TAPIA, J. (1987). *¿Enseñar a pensar? Perspectivas para la educación compensatoria*. CIDE. Madrid.
- ALONSO TAPIA, J. (1992). *Motivar en la adolescencia: teoría, evaluación e intervención*. UAM. Madrid.
- ANTUNES, Celso. (2000). *Estimular las inteligencias múltiples. Qué son, cómo se manifiestan, cómo funcionan*. Madrid. Narcea.
- AVANZINI, (1977). *La Pedagogía del siglo XX*. Madrid. Narcea.
- BAZALGETTE, C. (1991). *Los medios audiovisuales en la educación primaria*. Madrid. Morata.
- BELCHI, J. (1985). *Potencial de aprendizaje. Una crítica*. Universidad Autónoma. Madrid.
- BELTRÁN, J. (1990). *Aprender a aprender. Estrategias cognitivas*. Cincel. Madrid.
- BERNARDO CARRASCO, J.; GILLÉN DIONIS, J.L.; DEL RÍO SADORNIL, D. (1972). *La recuperación educativa*. Bruño. Madrid.
- BEYER, L. y LISTON, D. (2000). *El currículum en conflicto*. Madrid. Akal.
- BRAUCHFELD, M. (1975). *La educación artística*. Barcelona. Planeta.
- BUSQUEST, L. (1977). *Para leer la imagen*. Madrid. I.C.C.E..
- CABANELLAS AGUILERA, Isabel y ESLAVA URRRA, Antonio. (1980). *Formación de la imagen plástica del niño. Didáctica y desarrollo del sentido del espacio*. Pamplona. Dirección de educación de la Excma. Diputación Foral de Navarra.
- CARRETERO, M. (1985). *El desarrollo cognitivo en la adolescencia y la juventud: las operaciones formales*. Alianza. Madrid.
- CARROLL, J.B. (1988). *¿Qué es la inteligencia?: enfoque actual de su naturaleza y definición*. Madrid: Pirámide.

- CASE, R. (1989). *El desarrollo intelectual: del nacimiento a la edad madura*. Barcelona: Paidós.
- CHOMSKY, N. y DIETRICH, H. (1995). *La sociedad global. Educación. Mercado y democracia*. México. Contrapuntos.
- CLARK, R. (1978). *Como evaluar el aprendizaje*. Anaya. Salamanca.
- COROMINAS, A. (1994). *La comunicación audiovisual y su integración en el curriculum*. Barcelona. Grao.
- COSTA, J. (1971). *La imagen y el impacto psico-visual*. Barcelona. Zeus.
- COSTA, J. (1991). *Imagen didáctica*. Barcelona. CEAC.
- DAY, R. H. (1977). *Psicología de la percepción humana*. Mexico. Limusa.
- DE GUZMAN, M. (1991). *Para pensar mejor*. Barcelona: Labor.
- DELCLAUX, I. y SEOANE, J. (1982). *Psicología cognitiva y procesamiento de la información*. Pirámide. Madrid.
- DELVAL, J. y ENESTO, I. (1994). *Moral, Desarrollo y Educación*. Madrid: Anaya.
- DELVAL, J. (1983). *Crece y pensar*. Barcelona: Paidós.
- DÍAZ, C. Alfabeto gráfico. (1993). *Alfabetización visual*. Madrid. Ediciones de la Torre.
- DIEZ, E. (1975). *Las dimensiones factoriales de la inteligencia*. Madrid: ICCE.
- DÍEZ LÓPEZ, E. y ROMÁN PÉREZ, M. (1988). *Inteligencia y potencial de aprendizaje. Evaluación y desarrollo*. Cincel. Madrid.
- DONDIS, D. A. (1976). *La sintaxis de la imagen*. Gustavo Gili. México.
- EISNER, E. W. *Educar la visión artística*. Paidós. Barcelona.
- FLAVELL, J.H. (1982). *La psicología evolutiva de Jean Piaget*. Barcelona: Paidós.
- FREDMAN, K. y HERNANDEZ, F. (1998). *Curriculum, culture and art education*. Buffalo/NY. Suny press.
- GAGNE, R.M. (1977) *Las condiciones de aprendizaje*. Madrid: Siglo XXI.

- GARCÍA-MADRUGA, J.A. (1991). *Desarrollo y conocimiento*. Madrid: Aguilar.
- GARDNER, H. (1994). *Educación artística y desarrollo humano*. Barcelona. Paidós.
- GARDNER, H. (1995). *Inteligencias Múltiples*. Barcelona. Paidós.
- GÓMEZ MOLINA, J.J. (1995). *Las lecciones del Dibujo*. Madrid: Cátedra.
- HERNÁNDEZ, F. (1997). *Para afrontar las relaciones entre el arte y la psicología*. Manresa, Barcelona . Angle.
- HERNÁNDEZ, F. (2000). *Educación y cultura visual*. Barcelona. Octaedro.
- HERNÁNDEZ, F. y SANCHO, J. (1993). Para enseñar no basta con saber la asignatura". Barcelona. Paidós.
- HERNÁNDEZ BELVER, M. (1989). *Psicología del arte y criterio estético*. Salamanca: Amarú.
- HOLOWAY, G.E.T. (1969). *Concepción de la geometría en el niño según Piaget*. Paidós. Buenos Aires.
- HOLOWAY, G.E.T. (1978). *La recuperación educativa*. Anaya. Madrid.
- LAZOTTI, L. (1994). *Educación Plástica y Visual* . Madrid. MEC y Mare Nostrum.
- LIPMAN, M. (1997). *Pensamiento complejo y educación*. Madrid. La Torre.
- LURIA, A. R. (1984). *El cerebro en acción*. Barcelona: Martínez Roca.
- MACEDA, P. (1994). *La educación ante los grandes cambios culturales*. Madrid. Euroliceo.
- MARTÍNEZ, J.M. (1994). *La medición en el proceso de aprendizaje*. Madrid. Bruño.
- MARTÍNEZ, L. y GUTIERREZ, R. (1998). *Las artes plásticas y su función en la escuela*. Málaga. Aljibe.
- MARTÍNEZ ARIAS, R. (1982). *Psicología cognitiva y procesamiento de la información*. Madrid. Pirámide.
- MAYOR, J. (1985). *Actividad humana y procesos cognitivos..* Madrid. Alhambra Universidad

- MAYOR, J. (1990). *Aprender a aprender: estrategias metacognitivas*. Madrid. Cincel.
- MOLES, A. (1999). *Publicidad y diseño*. Buenos Aires. Infinito.
- MOLES, A. (1972). *Psicología del espacio*. Madrid. Ricardo Aguilera.
- MUÑOZ, A. y FERNÁNDEZ, J. (1994). *Educación Plástica y Visual. Materiales didácticos*. MEC.
- PALACIOS, J. MARCHESI, A. y CARRETERO, M. (1983). *Psicología evolutiva*. Alianza, Madrid.
- PASCUAL-LEONE, J. (1978). *La teoría de los operadores constructivos*. Alianza. Madrid.
- PIAGET, J. (1982). *Las formas elementales de la dialéctica*. Barcelona. Gedisa.
- PRIETO SÁNCHEZ, M. D. (1993). *Programas para la mejora de la inteligencia; teoría, aplicación y evaluación*. Madrid. Síntesis.
- PRIETO SÁNCHEZ, M.D. (1989). *Modificabilidad cognitiva y P.E.I.* Bruño. Madrid.
- ROMÁN PÉREZ, M. (1988). *Inteligencia y potencial de aprendizaje, evaluación y desarrollo: una metodología centrada en los procesos*. Madrid. Cincel.
- ROMÁN PÉREZ, M. y DÍEZ LÓPEZ, E. (1990). *Currículum y aprendizaje. Un modelo de Diseño Curricular de Aula en el Marco de la Reforma*. M.E.C. Pamplona.
- ROMÁN PÉREZ, M. y DÍEZ LÓPEZ, E. (1990). *Diseño Curricular y aprendizaje significativo. Aplicaciones al aula*. Cincel. Madrid.
- RUSKIN; J. (1999). *Técnicas del Dibujo*. Barcelona: Laertes.
- SANCHEZ CÁNOVAS, J. (1986). *Teorías de la inteligencia*. Valencia: Promolibro.
- SANCHEZ MÉNDEZ, M. y HERNÁNDEZ BELVER, M. (coord.). *Educación artística y arte infantil. Madrid: Fundamentos*.
- STERN, A; DUQUET, P. (1964). *La conquista de la tercera dimensión*. Buenos Aires: Kapelusz.

- STERNBERG, R.J. (1993). *Inteligencia práctica en la escuela. Intervención psicopedagógica*. Madrid. Pirámide.
- TARDY, M. (1978). *El profesor y las imágenes*. Barcelona. Planeta.
- TRAFI, L. (1999). *Construir miradas desde la historia social del arte. Guías Praxis para el profesorado. Plástica y visual*. Barcelona. CISS-PRAXIS.
- VEGA, M. (1984). *Introducción a la psicología cognitiva*. Alianza. Madrid.
- VIGOTSKY, L.S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica. Barcelona.
- VVAA. (1992). *Inteligencia y Cognición*. Madrid. Editorial Complutense.
- YELA, M. (1983). *La inteligencia, la percepción y otros estudios psicológicos*. Barcelona: Anthropos.

GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

- ADROER, I.M^a . (1953). *Proyecciones cónicas*. Madrid. Dossat.
- ALSINA CATALÁ, C. (1989). *Invitación a la didáctica de la geometría*. Madrid. Síntesis.
- ALSINA, C. BURGÚÉS, C. FORTUNY, J.M^a (1995). *Invitación a la didáctica de la geometría*. Madrid: Síntesis.
- ALSINA, C. TRILLAS, E. (1986). *Lecciones de Álgebra y Geometría para estudiantes de Arquitectura*. Barcelona.
- ALVAREZ PAÑEDA, Jose Luis. (1986). *Dibujo Técnico 2. Trazados de dibujo geométrico*. Gijón.
- ANIDO ADEGA, Raimundo Manuel. (1984). *Atlas de iniciación a la geometría descriptiva. Sistema diédrico*. Ferrol.
- ARGÜELLES, Agustín. (1986). *Cuaderno de ejercicios de geometría descriptiva*. Sevilla.

- AROLA y SALA, F. (1913). *Perspectiva práctica y elementos de composición*. Ediciones Científicas y Artísticas. Sucesores de J.M. Fabr e.
- AUBERT, Jean. (1976). *Las razones de la arquitectura*. Madrid. Miguel Castellote.
- AZINI N, H. (1997). *Resolución de problemas matemáticos. Visualización y manipulación por computadora*. Buenos Aires: Novedades educativas.
- BACHMANN, A. (1973). *Dibujo Técnico*. Barcelona. Labor
- BARNECHEA SAL , E. (1992). *Dibujo Técnico* MEC. Dirección General de Renovación Pedagógica.
- BARTOLOMÉ RAMIREZ, Ricardo. (1984). *Problemas resueltos de geometría descriptiva*. Logroño. Universidad de la Rioja.
- BERMEJO HERRERO, Miguel. (1973). *Elementos de geometría descriptiva*. Madrid. Tebar Flores.
- BERMEJO HERRERO, Miguel. (1996). *Geometría descriptiva aplicada*. Madrid. Tebar Flores.
- BONET MINGUET, E. (1944). *Perspectiva Axonom trica y Caballera*. Valencia. Unión Gráfica.
- BONET MINGUET, E. (1978). *Perspectiva cónica*. Valencia. P. Quiles.
- CAMPOS ASENJO, J. (1976). *Dibujo técnico. Dibujo geométrico*. Madrid. Campos.
- CAMPOS ASENJO, José. (1973). *Elementos de geometría descriptiva*. Madrid.
- CHEVALIER, A. (1979). *Dibujo industrial*. Barcelona. Montaner y Simón S.A.
- CLAUDI, C. (1914). *Manual de perspectiva*. Barcelona. Gustavo Gili.
- COMMELERAN, A. (1958). *Tratado práctico de Dibujo artístico e industrial*. Albatros. Buenos Aires.
- CORBELLA BARRIOS. (1993). *Técnicas de representación geométrica*. Madrid. Gráficas Don Bosco.
- CORRALES, C. (2000). *Contando el espacio*. Madrid.
- COXETER, H.S.M. Escher: (1986). *Art and science*. New Jork.

- CRUSAT PRATS, Leopoldo; DAURELLA RULL, Manuel. (1950). *Geometría descriptiva aplicada al dibujo*. Barcelona.
- DIAZ MARTÍNEZ, Emilio. (1980). *Problemas de geometría descriptiva*. Sevilla,.
- DIEGUEZ GONZÁLEZ, A. (1974). *Dibujo geométrico y normalización*. Mc Graw Hill. México.
- FERNÁNDEZ, Francisco. (1975). *Problemas de geometría descriptiva*. Madrid.
- FERRER GARCÉS, Rafael. (1985). *Geometría descriptiva*. Madrid.
- FERRER GARCÉS, Rafael. (1988). *Geometría descriptiva. Perspectiva axonométrica*. Madrid.
- FRENCH, T. (1981). *Dibujo Técnico. México. Gustavo Gili*.
- FUENTES ALONSO, J. (1975). *Solución lógica a la perspectiva natural*. Nacional. Madrid. 1975.
- FUENTES FERRERA, Demetrio. (1989). *Prácticas de geometría descriptiva. Perspectivas. Sistema diédrico*. Almadén.
- GARCERÁN PIQUERAS, R. (1988). *Espacio representado*. Madrid. U.C.M.
- GARCÍA SÁNCHEZ, F. J. (1977). *Geometría descriptiva*. Madrid.
- GARMENDIA GARCÍA, Justo. (1969). *Problemas de geometría descriptiva*. Madrid.
- GIMÉNEZ MORELL, Roberto; VIDAL ALAMAR, M. Dolores. (1969). *Temario de geometría descriptiva*. Madrid.
- GIMÉNEZ, I. (1967). *Estudio de los sistemas de representación*. Madrid. Prensa Española.
- GÓMEZ CANO, Constantino. (1985). *Prácticas y didácticas de geometría descriptiva*. Abaran.
- GÓMEZ MOLINA, J.J. (1995). *Las lecciones del dibujo*. Madrid. Cátedra.
- GOMIS MARTÍ, José M^a. (1993). *Ejercicios de Dibujo Técnico. Curvas y superficies*. Valencia. Universidad Politécnica.

- GOMIS MARTÍ, José M^a ; MIRA LLOSA, Jose Ramón. (1989). *Problemas de geometría descriptiva resueltos y comentados en los sistemas axonométrico, diédrico y acotado*. Valencia.
- GONZÁLEZ MONSALVE, Mario. (1990). *Geometría descriptiva*. Sevilla.
- GRANT, Hiram E. (1969). *Geometría descriptiva práctica*. Madrid.
- GUILLEN, G. (1990). *Poliedros*. Madrid.
- GULL, E. (1948). *Perspectiva*. Barcelona. Reverté.
- GUTIERREZ VÁZQUEZ, A. y otros. (1986). *Dibujo Técnico*. Madrid. Anaya.
- HAWK, M. C. (1970). *Teoría y problemas de Geometría Descriptiva*. México. Mc Graw Hill.
- HOHENBERG, F. (1965). *Geometría constructiva aplicada a la técnica*. Barcelona. Labor.
- IZQUIERDO ASEÑI, F. (1987). *Ejercicios de geometría descriptiva*. Madrid. Dossat.
- IZQUIERDO ASEÑI, F. (1987). *Geometría descriptiva superior y aplicada*. Madrid. Dossat.
- IZQUIERDO ASEÑI, F. (1987). *Geometría descriptiva*. Madrid. Dossat.
- LASALA MILLARUELO, Jesús de. (1960). *Curso de geometría descriptiva*. Editorial Saeta. Madrid.
- PALANCAR PENELLA, Manuel. (1985). *Geometría descriptiva*. Madrid.
- PANOFSKY, E. (1973). *La perspectiva como forma simbólica*. Barcelona. Tusquets.
- PASCUAL ALCARAZ, Juan José. (1983). *Ejercicios y problemas resueltos de geometría descriptiva*. Madrid.
- PIRENNE. (1974). *Óptica, perspectiva, visión en la pintura, pintura y fotografía*. Buenos Aires. Victor Lerú.
- PUIG ADAM, P. (1958). *Curso de geometría métrica. Tomo I y II*. Madrid. Nuevas Gráficas.
- QUINCE SALAS, Ricardo. (1982). *Geometría descriptiva. Sistema diédrico*. Santander.

- RANELLETTI, C. (1963). *Elementos de geometría descriptiva*. Barcelona.
- RAYA, B. (1980). *Perspectiva*. Mexico D.F. Gustavo Gili.
- REINER THOMAE. (1981). *Perspectiva y axonometría*. México. Ediciones Gustavo Gili.
- RODRIGUEZ ABAJO, F. Javier. (1970). *Tratado de perspectiva*. Donostiarra. San Sebastián.
- RODRIGUEZ ABAJO, F. Javier. (1986). *Problemas de geometría descriptiva*. Ed. Donostiarra. Alcoy.
- RODRIGUEZ ABAJO, F. Javier. (1987). *Geometría descriptiva. Sistema axonométrico*. Ed. Donostiarra. Alcoy.
- RODRIGUEZ ABAJO, F. Javier. (1990). *Curso de dibujo geométrico y de croquización*. Ed. Donostiarra. Alcoy.
- ROWE Y MC FARLAND. (1967). *Geometría Descriptiva*. CECSA. México.
- SAINZ, J. (1990). *El dibujo de arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico*. Madrid. Nerea.
- SANCHEZ GALLEGO, Juan Antonio. (1993). *Geometría descriptiva. Sistemas de proyección cilíndrica*. Ed. U.P.C. Barcelona.
- SCHAARWÄCHTER, G.. (1978). *Perspectiva para arquitectos*. México. Ediciones Gustavo Gili.
- SCHIMIDT, R. (1990). *Geometría descriptiva con figuras estereoscópicas*. Barcelona.
- SCHNEIDER, W. (1966). *Manual práctico de Dibujo Técnico*. Barcelona. Reverté.
- TAIBO FERNÁNDEZ, Angel. (1983). *Geometría descriptiva y sus aplicaciones*. Madrid. Tebar Flores.
- THOMAE, R. (1976). *Perspectiva y Axonometría*. México. Gustavo Gili.
- THOMAE, R. (1980). *El encuadre de la perspectiva*. Barcelona. Gustavo Gili.
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA. (1990). Dep. de Expresión Gráfica. *Curso de geometría descriptiva*. Barcelona.

- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. E. T. S. Arquitectura. (1989). *Curso de geometría descriptiva*.
- VERO, R. (1981). *El modo de entender la perspectiva*. México. Gustavo Gili.
- VILLANUEVA BARTRINA, Lluís. (1993). *Perspectiva lineal, su relación con la fotografía*. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.
- VILLAR DEL FRESNO, R. OTERO GONZÁLEZ, C. (1987). *Cincuenta problemas resueltos de geometría descriptiva. Sistema diédrico*. Santander.
- WAA. (1990). *Homenaje a M.C. Escher*. Madrid. U.C.M.
- WRIGHT, L. (1985). *Tratado de perspectiva*. Barcelona. Stylos.

ARQUITECTURA.

- ARAUJO, I. *Cuestiones de pedagogía arquitectónica*. Pamplona. EUNSA,
- ALLEN, G; OLIVIER, R. (1982). *Arte y proceso del dibujo arquitectónico*. Barcelona. Gustavo Gili.
- ARHEIM, R. (1978). *La forma visual de la arquitectura*. Barcelona. Gustavo Gili.
- BONTA, J.P. *Sistemas de significación de la arquitectura*. Barcelona. Gustavo Gili.
- PORTER, T. (1987). *Manual de técnicas gráficas para arquitectos, diseñadores y artistas*. Barcelona. Gustavo Gili.
- SCHARWÄCHTER, G. *Perspectiva para arquitectos*. Barcelona. Gustavo Gili.

DISEÑO

- BRAHAM,B. (1991). *Manual del diseñador gráfico*. Madrid. Celeste.
- CIRLOT,J.E. *Diccionario de símbolos*. Barcelona. Labor.
- KRAMPEN,A. *Sistemas de signos en la comunicación visual*. Barcelona. Gustavo Gili.
- LAING,J. *Haga Ud. mismo su diseño gráfico*. Madrid. Blume.
- MAGNUS,G.H. (1987). *Manual para dibujantes e ilustradores*. Barcelona. Gustavo Gili.
- MAIER. *Curso básico de diseño. Escuela de artes aplicadas de Basilea*. Barcelona. Gustavo Gili.
- MOLES, A. (1999). *Publicidad y diseño*. Buenos Aires: Infinito.

NUEVAS TECNOLOGÍAS

- ALMAGRO, J. L. (1993). *Autodesk 3D Studio paso a paso*. Madrid: Rama.
- BARTOLOMÉ, A. y otros. (1989) *Nuevas tecnologías y enseñanza*. ICE Universitat de Barcelona.
- BESNAINOU, R., y otros: *Como elaborar programas interactivos*. CEAC, Barcelona. 1990.
- BORK, A. (1985). *El ordenador en la enseñanza*. Barcelona: Gustavo Gili.
- BURKE, R. *Enseñanza Asistida por Ordenador. Conocimientos y procedimientos para la enseñanza asistida por ordenador para entrenamientos en el campo educativo a industrial*. Madrid: Paraninfo.
- CABERO, J. (2001). *Tecnología educativa. Diseño y utilización de los medios en la enseñanza*. Barcelona. Paidós.

- CADOZ, C. (1985). *Las realidades virtuales*. Madrid. Debate.
- CASEY LARIJANI, L. (1994). *Realidad Virtual*. Madrid. Mc Graw Hill.
- CHACÓN MEDINA, A. (2003). *Teoría y Práctica de las nuevas tecnologías en la formación de los maestros*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- CEBRIÁN DE LA SERNA, M y RÍOS ARIZA, J.M. (2000). *Nuevas Tecnologías aplicadas a las didácticas especiales*. Madrid: Pirámide.
- ESCRIBANO, M. (1994). *Programación de gráficos en 3D*. Madrid. Ra-ma.
- GALLEGO GIL, D.J. (1999). *El ordenador como recurso didáctico*. Madrid: UNED.
- GIORDANO, E., y EDELSTEIN, R. (1987). *La creación de programas didácticos*. Gustavo Gili.
- GROS SALVAT, B. (2000). *El ordenador invisible*. Barcelona: Gedisa.
- HUNTER, B. (1985). *Mis alumnos usan ordenador*. Barcelona: Martínez Roca.
- LEFEVRE, J. M. (1988). *Guía práctica de la Enseñanza Asistida por Ordenador*. Gustavo Gili.
- LÓPEZ LORENTE, F.J. (1992). *Ilustración y diseño con ordenador*. Madrid. Ra-ma.
- MARQUÉS, P., y SANCHO, J. M. (1987). *Cómo introducir y utilizar el ordenador en la clase*. Barcelona: CEAC.
- PANTIAL, M., y PETERSEN, B. (1987). *El computador, el niño y el profesor*. Madrid: Paraninfo.
- PAPERT, S. (1985). *Desafío a la mente: computadoras y educación*". Buenos Aires: Galápagos.
- PENTIRARO, E. (1984). *El ordenador en el aula*. Madrid: Anaya Multimedia.
- REPARAZ, Charo, SOBRINO, Angel y Mir, J.I. (2000). *Integración curricular de las NNTT*. Barcelona: Ariel.
- WAA (2000). *Aprender en la virtualidad*. Barcelona: Gedisa.
- WAA (2000). *Redes de aprendizaje*. Barcelona: Gedisa.

- ZARAGOZA, J. M^a . (1992). *Aspectos técnicos y pedagógicos del ordenador en la escuela*. Madrid: Bruño.
- ZARAGOZA, J. M^a , y CASSADÓ, A. (1990). *Enseñanza Asistida por Ordenador (motivaciones, desarrollo y valoración de una experiencia)*. Madrid: Bruño.

LIBROS DE TEXTO

- CALVO, S. y DÍAZ, E. (1995). *Educación Plástica y Visual. 1º de la ESO y 3º de la ESO*. Madrid: Mc Graw Hill.
- CONDE MIRANDA, F. *Educación Plástica y Visual. 1º de la ESO y 3º de la ESO*. Madrid. Akal.
- FERRER MUÑOZ, José Luis. *Dibujo Técnico. 2º de Bachillerato*. Santillana. Madrid. 1997.
- CAMPOS MARTÍN, José. *Dibujo Técnico. 2º de Bachillerato*. Campos. Madrid. 1998.
- GONZÁLEZ, Mariano. RIBAO, Daniel. FULLEA, Fernando. *Educación Plástica y Visual. 1º de la E.S.O y 3º de la ESO* Madrid. Anaya.
- RICHART, Rafael. MIRAS, Blas. MARÍN-BALDO, Luisa. *Educación Plástica y Visual. 1º de la E.S.O. y 3º de la ESO*. Anaya. Madrid. 2002.
- PEREZ SANJUAN, F. *Educación Plástica y Visual. 4º de la E.S.O.* Anaya. Madrid. 2003.
- RODRÍGUEZ, I. y DÍEZ, E. *Educación Plástica y Visual. 3º de la ESO*. Madrid. S.M.
- SANZ, Elena. *Dibujo Técnico. 2º de Bachillerato*. Madrid. Akal.
- WAA. *Educación Plástica y Visual. 4º de la ESO*. León. Everest.

TESIS DOCTORAL

- ACASO LOPEZ-BOSCH, M. (2003). *Nuevas tecnologías en la didáctica de la expresión plástica*. Madrid. UCM.
- BARREDO CAHUE, J. (2000). *La investigación en Dibujo: el ámbito de los sistemas de representación*. Universidad de Granada.
- BELTRÁN CHICA, J. (1989-90). *La enseñanza de los sistemas de representación asistida por ordenador*. Universidad de Granada.
- CALVO MONTORO, S. (2001). *La evaluación objetiva del Dibujo Técnico en los niveles previos a la Universidad*. Madrid: UCM
- CERRILLO, M. R. (1999). *Didáctica como intervención para desarrollar la capacidad de razonamiento lógico en alumnos de E.S.O.* Madrid. Universidad Complutense
- DÍEZ LÓPEZ, E. (1988). *Intervención cognitiva y mejora de la inteligencia*. Madrid. U.C.M.
- DOMINGUEZ BAJO, C. (2001). *Proyecto de aplicaciones del ordenador a la educación plástica y visual: el color, el concepto espacial y la tecnología multimedia*. Madrid: UCM.
- ENESTO ARANA, I. (1983). *El desarrollo de conceptos espaciales. Un estudio transcultural*. Madrid: UCM Facultad de Psicología.
- GARCÍA NUÑEZ, A. (1983). *El ordenador como auxiliar de la geometría descriptiva*. Tesina de la Facultad de BBAA de la UCM. Madrid.
- GUILLERMO MARTÍNEZ, I. (2001). *La experiencia de los medios de representación espacial en el área de educación plástica y visual para E.E.M.M.* Madrid. U.C.M.
- MAILLO SÁNCHEZ, J.M. (1976). *Interacción entre el factor espacial de inteligencia y los sistemas de representación que utiliza la geometría descriptiva*. Madrid: UCM.
- MARTÍN LOBO, M^a del Pilar. *Diseño y evaluación de los programas de habilidades visuales y de desarrollo de la inteligencia*.

- MOYÁ, Teresa. La comprensión de la representación del volumen sobre el plano por estudiantes de la ESO y el Bachillerato. Tesis Doctoral Universidad de Barcelona. (No publicada).
- NUERE MENÉNDEZ PIDAL, S. (2002). *El lenguaje geométrico en la pintura: el aprendizaje de los sistemas de representación a través de las expresiones plásticas*. Madrid: UCM.
- RECIO DE LA IGLESIA, F. T. (1989). *El sistema diédrico y el desarrollo de la visión espacial. (tesina)*. Madrid: UCM.
- SANCHEZ BAUTISTA. J. M. (1996). *El ordenador en la didáctica del dibujo técnico*. Universidad Politécnica de Valencia.

REVISTAS

- ARAUJO, I. (2000).“La percepción. El dibujo y la visión”. *Arte, individuo y sociedad*. Nº 12. Madrid: UCM.
- AVILA VALDÉS, N. (2003).“Interactividad y arte interactivo. La realidad virtual inmersiva”. *Arte, individuo y sociedad*. Nº 15. Madrid: UCM.
- DOMINGUEZ TOSCANO, P. M^a. (1999). “El juego de las proyecciones”. *Arte, individuo y sociedad*. Nº 11.
- MOYÁ, Teresa. (2002).“La comprensión de la representación del volumen por los estudiantes de la ESO y el Bachillerato”. *Arte, individuo y sociedad*. Nº 14. Madrid: UCM.
- SÁNCHEZ MÉNDEZ, M. (2000). “El factor espacial en el moderno concepto de la inteligencia en los procesos mentales y su relación con la expresión plástica”. *Arte, individuo y sociedad*. Nº 12. Madrid: UCM.
- VVAA (2002). “Necesidades formativas del profesorado universitario para la utilización de las tecnologías en la formación y la comunicación”. *Revista de Psicodidáctica*. Nº 14. Madrid.

CAPÍTULO V:
SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN

CAPÍTULO VI:
VISUALIZACIÓN ESPACIAL

CAPÍTULO VII:
EDUCACIÓN Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

CAPÍTULO VIII:
INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS, ANÁLISIS
E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

CAPÍTULO IX:
CONCLUSIONES

CAPÍTULO X:
DOCUMENTO PROGRAMAS

CAPÍTULO XI:
BIBLIOGRAFÍA