



## **INVESTIGACIÓN / RESEARCH**

### **PROPUESTA METODOLÓGICA EN EL BACHILLERATO. INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y UN ACERCAMIENTO A LA MULTIDISCIPLINARIEDAD**

**Luz María Gilabert González**<sup>1</sup>. *Universidad Católica de San Antonio de Murcia (España)*

**Sandra González Meca**. *Universidad de Alicante (España)*

#### **RESUMEN**

Este artículo presenta una propuesta metodológica para la asignatura de Dibujo Técnico I basada, por un lado, en la inclusión varios tipos de herramientas de diseño gráfico directamente vinculadas al currículo de Bachillerato y, por otro, en la incorporación de conceptos matemáticos directamente relacionados con los contenidos de la asignatura. El objetivo es mejorar la motivación de los alumnos y actualizar el modelo de aprendizaje de esta materia con el fin de adaptarla a las nuevas necesidades de la sociedad del conocimiento.

Para valorar desde diferentes puntos de vista la eficacia de la implantación metodológica de este trabajo, se incluyen distintos instrumentos de forma que se evalúe tanto la formación del profesorado como el aprendizaje de los nuevos conceptos y herramientas propuestas.

Con este método, se fomenta el aprendizaje progresivo por el uso de herramientas tecnológicas que son empleadas en estudios superiores, ciclos formativos e incluso en la futura vida laboral de los alumnos. Asimismo, el acceso a conceptos básicos desde diversas áreas, por ejemplo, las matemáticas, de manera simultánea favorece el pensamiento complejo.

**PALABRAS CLAVE:** Bachillerato - Recursos Educativos – Tecnología – Motivación - Artes Gráficas – Matemáticas - Dibujo Paramérico.

### **METHODOLOGICAL PROPOSAL BACCALAUREATE. INCORPORATION OF NEW TECHNOLOGIES AND MULTIDISCIPLINARY APPROACH**

#### **ABSTRACT**

This work presents a proposal for the subject of Technical Drawing I based, on the one hand, in the inclusion of several types of graphic design tools (3D modeling software, computer assisted drawing and parametric design) directly linked to the curriculum in High School and, on the other hand, in the incorporation of

---

<sup>1</sup> **Autor Correspondiente:**

**Nombre y Apellido-Apellido:** Luz María Gilabert González: Universidad Católica de San Antonio de Murcia / Departamento de Educación / España.

**Correo institucional:** [lmgilabert@ucam.edu](mailto:lmgilabert@ucam.edu)

mathematical concepts related to the content of the subject. The aim is to improve the motivation of the students and update the model of learning in this field in order to adapt to the new needs of the knowledge society.

To value different points of view, the effectiveness of the implementation of this methodological work, various instruments are proposed to evaluate teacher training and learning new concepts and also the graphic tools that are suggested to include in the subject.

With this method, the progressive learning is promoted by the use of technological tools that are used in higher education, vocational training and even in the future career of students is encouraged. Furthermore, access to basic concepts from various fields, such as mathematics, simultaneously promotes complex thinking.

**KEY WORDS:** High Schools - Educational Resources – Technology – Motivation - Graphic Arts – Mathematics - Parametric Design.

## 1. Introducción

Actualmente en educación son muchos los aspectos que se están modificando para facilitar la introducción de las nuevas tecnologías en el aula. La finalidad es mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los discentes y también conseguir una mayor atención e interés dentro de clase. Aunque, desde diferentes áreas se puede observar un compromiso por la modernización y adaptación de los contenidos y actividades educativas, materias como el Dibujo Técnico aun permanecen anquilosadas y además han visto progresivamente reducida su carga lectiva (Sánchez, 2008).

Concretamente, el principal problema detectado en la asignatura de Dibujo Técnico I en primero de Bachillerato es la falta de interés de los alumnos. Esto se debe a que ven esta materia sin utilidad al realizar únicamente prácticas manuales. Sin embargo, el uso de las TIC permite aumentar la motivación de los alumnos y da la posibilidad a los profesores de múltiples opciones para promover un aprendizaje significativo.

Otro aspecto importante es que se trata de una disciplina en la que se ha tendido a la fragmentación de sus contenidos y a la especialización, eliminando multitud de temáticas afines. Y es que la interdisciplinariedad es hoy una tendencia que, desde ámbitos intelectuales, se quiere llevar a la práctica en entornos educativos (Sierra, Méndez-Giménez y Mañana-Rodríguez, 2013). Sin embargo, en las asignaturas gráficas esta multiplicidad es todavía escasa, a pesar de la necesidad para el enriquecimiento y el desarrollo del pensamiento creativo, tal y como afirma De Souza (2009).

## 2. Objetivos

La propuesta metodológica planteada en este artículo se basa precisamente en solucionar la falta de interés en la materia, incluyendo las nuevas tecnologías y fomentando la multidisciplinariedad. Por tanto, los objetivos específicos son:

- 1) Incluir conceptos matemáticos básicos equivalentes en el Dibujo Técnico I para desarrollar los contenidos del currículo desde otra materia.

- 2) Enseñar herramientas de dibujo asistido por ordenador.
- 3) Trabajar de forma aplicada los conceptos espaciales y lógico-matemáticos para utilizar el dibujo paramétrico.
- 4) Formar a los profesores en el ámbito de las herramientas tecnológicas incorporadas.

En el Dibujo Técnico la relación con otras áreas de conocimiento con las que poder complementarse es enorme. Entre ellas, destacan las matemáticas y las tecnologías gráficas. La razón de incluirlas en la materia es que desde los estudios superiores ya se obliga a realizar las tareas de dibujo directamente en interfaz gráfico (Saorín, De la Torre, Martín, Carbonell y Contero, 2011). Para evitar situaciones de conflicto entre lo ya aprendido y lo que aun está por adquirir, se puede preparar a los alumnos y facilitar la transición en el aprendizaje. Este aspecto tiene una profunda relación con la teoría genética que, según Coll (1983), defiende que el desarrollo consiste en la construcción de estructuras intelectuales de forma progresiva, ordenada y equilibrada.

En este sentido, la estrecha interrelación que existe entre el Dibujo Técnico y las Matemáticas, sobre todo en contenidos de geometría, permite aunar ambas disciplinas. Así el conocimiento no se enseña de forma parcial y eso ayuda a su asimilación de forma ordenada y equilibrada. Según la interpretación del desajuste óptimo (Coll, 1983), si el conocimiento que se pretende introducir está demasiado alejado de las posibilidades de comprensión de un alumno, no se produce desequilibrio en los esquemas de asimilación y el conocimiento queda bloqueado, es decir, no se adquiere. Desde esta perspectiva, es necesario realizar aprendizajes progresivos para facilitar la adquisición y asimilación de conceptos complejos. De ahí que los contenidos unidos pertenezcan al mismo curso y se centren en los conceptos matemáticos que se tratan en ambas asignaturas.

Adicionalmente se quiere también incorporar una nueva realidad que está surgiendo en ámbitos educativos y laborales: el diseño paramétrico. Esta herramienta consiste en dibujar desde conceptos matemáticos básicos y se está convirtiendo en un referente de innovación en todos los ámbitos de diseño, aunque todavía es un proceso poco teorizado. Esta nueva forma de trabajo implica que, la unión de aspectos entre dibujo y matemáticas desde el Bachillerato, es ahora más pertinente que nunca en pos de adaptarse a las nuevas necesidades que están surgiendo (Oliva, 2003).

Se trata de dar a los alumnos los suficientes recursos, tanto conceptuales como tecnológicos, para poder adaptarse a las exigencias que se les puede requerir en su futuro laboral (Fernández-Ríos, 2010). Por eso se propone, por un lado, incluir las herramientas de diseño gráfico directamente vinculadas al currículo y, por otro, la incorporación del diseño paramétrico y el aprendizaje de los contenidos matemáticos dentro de la asignatura de Dibujo Técnico I.

### **3. Metodología**

#### **3.1. Fundamentación teórica de la propuesta**

Esta propuesta surgió al utilizar una herramienta de dibujo asistido por ordenador como práctica complementaria para 30 alumnos de un centro de la Región de Murcia, dentro del itinerario de Ciencias de 4º de la ESO. Con ellos se desarrolló una introducción al dibujo paramétrico mediante el programa Grasshopper, usando como caso de trabajo uno de los modelos de patentes, haz de cuatro barras, que el arquitecto Emilio Pérez Piñero desarrolló en los años 60. Se desarrolló este tipo de geometría para darles una perspectiva global del uso del programa y una referencia cultural que conecta el aprendizaje con la realidad.

Se pudo observar que al inicio existía dificultad debido a que no habían manejado nunca este tipo de programas, pero a medida que se fueron familiarizando los resultados fueron sorprendentes. El 100% de los alumnos culminó la práctica con éxito y ninguno tuvo problemas con los conceptos matemáticos que se manejaron, ya que los conocían por el área de Matemáticas. Sin embargo, el entrenamiento en visualización espacial que habían adquirido aun era bastante escaso y se limitaba a las vistas de piezas en las materias de Tecnología y Educación Plástica y Visual.

Al finalizar la actividad se pasó un cuestionario a los estudiantes con las siguientes preguntas: 1) ¿Qué es para ti el dibujo paramétrico? ¿Para qué sirve? 2) Nombra al menos 5 ideas matemáticas o de dibujo que hayamos utilizado en la práctica, 3) ¿Crees que el dibujo y las matemáticas tienen relación? ¿Por qué? 4) ¿Crees que serías capaz de dibujar en el programa de Grasshopper un elemento sencillo como por ejemplo un cubo? Describe como podrías hacerlo por pasos, 5) ¿Qué parte de la práctica consideras que es más difícil de comprender? Explica por qué con tus palabras, 6) ¿Qué has aprendido al realizar la práctica? y 7) ¿Cuál es tu opinión sobre la práctica? Comenta si te ha gustado o no y las razones. El alto porcentaje de respuestas satisfactorias verificaron que los alumnos comprendieron cómo utilizar la herramienta de dibujo paramétrico y su utilidad e interés (figura I).

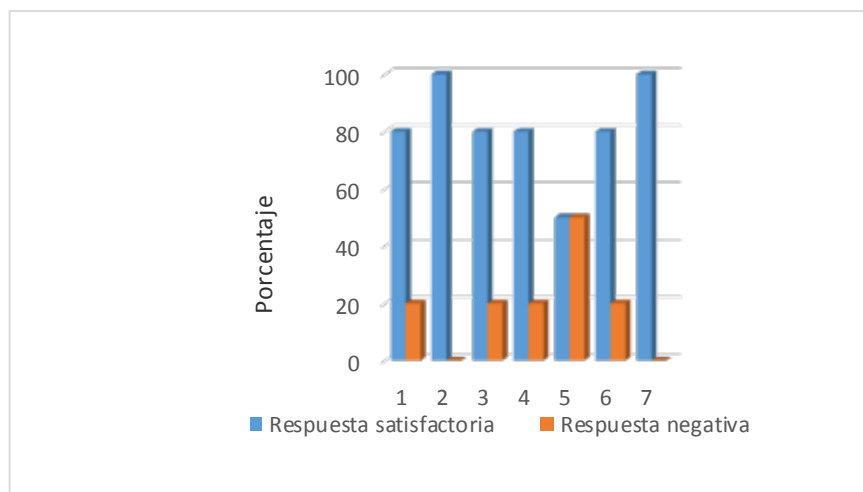


Figura I. Respuestas de los alumnos al cuestionario sobre la práctica

Uno de los principales argumentos que justifican esta propuesta son los Informes Horizon publicados anualmente como resultado de un proyecto de investigación que tiene la finalidad de impulsar y difundir las innovaciones tecnológicas educativas que aparecen y sus tendencias futuras. Concretamente el informe de 2013 señala que a medio plazo se impone el uso de recursos abiertos, es decir, contenidos y

herramientas de calidad accesibles en línea, permitiendo que la información sea gratuita, copiable y reutilizable.

Sobre esta idea, Sánchez (2008) señala la necesidad de que los alumnos trabajen con distintas fuentes y recursos para movilizar y adaptar sus capacidades a la amplitud de información para fomentar la curiosidad y el pensamiento crítico. Para ello se lleva a cabo un consenso sobre qué habilidades digitales son necesarias para procurar la alfabetización digital y así crear alumnos competentes en tecnologías, además de fomentar el aprendizaje auto-dirigido junto con el formal a fin de desarrollar la experimentación y la creatividad. Precisamente el uso de las tecnologías digitales tiene como objetivo ayudar al desarrollo de un pensamiento y capacidad comunicativa complejos, que permita adaptarse a las circunstancias que exige la sociedad actual.

Pero, tradicionalmente, el conocimiento de la realidad ha sido fragmentado en diversas disciplinas, lo que ha provocado la limitación y segregación de su visión. Frente a la monodisciplinariedad de la enseñanza actual se tiende a propiciar otro tipo de pensamiento cooperativo, por eso han entrado en escena conceptos como interdisciplina, transdisciplina y multidisciplina. Precisamente las tendencias actuales de innovación desarrollan y crean conceptos científicos interdisciplinares, donde se exige un proceso reflexivo y crítico sobre cómo se representa, describe, comprende, explica y modifica la realidad; conceptos inabordables desde una única disciplina (Fernández-Ríos, 2010). Por ello, el término exacto, que se pretende desarrollar en este artículo, es la multidisciplinariedad para poder aproximarse a los objetos geométricos desde distintos ámbitos simultáneamente.

De acuerdo con las propuestas de Sierra et al. (2013) es imprescindible establecer conexiones y actividades interdisciplinares, que eviten la compartimentación estanca de los contenidos entre las disciplinas. Este ejercicio tiene como fin que el alumno establezca las conexiones intrínsecas entre los diferentes contenidos porque, como sugiere Fernández-Ríos (2010), la complejidad de la naturaleza y la sociedad no está sujeta a la monodisciplinariedad. Según Oliva (2003), es necesario que exista una perspectiva multidimensional, que reconozca la pluralidad implícita en la heterogeneidad que existe hoy.

Para eliminar las barreras entre disciplinas es necesario re-elaborar y re-pensar los modelos y métodos de enseñanza e incorporar las TIC de forma aplicada. De esa manera se conseguirá profundizar en la adquisición de conocimiento múltiple, especialmente en la materia de objeto de este artículo. En el caso del Dibujo Técnico, establecer relación con las Matemáticas es un sencillo paso de multidisciplinariedad entre conceptos complementarios. Un claro ejemplo de aplicación es la utilización de la imagen como ayuda para mejorar la comprensión y la resolución de problemas matemáticos como demuestran Vicente, Orrantía, y Verschaffel (2008).

En este sentido, las tecnologías son, como indican Mendoza y Herrera (2012), mediadoras y transformadoras del modelo educativo actual y propician nuevas prácticas que permiten el tratamiento automático de la información (Muñoz-Arango, 2010). Esto posibilita la renovación de los contenidos y los métodos pedagógicos en

la enseñanza (Oliva, 2003) y ésta es la función real que adquieren hoy las nuevas tecnologías al incorporarse al Dibujo Técnico.

Asimismo, Mendoza y Herrera (2012) advierten de la necesidad cada vez más extendida de poseer conocimientos tecnológicos especializados para poder incorporarse a la vida laboral y comprender los medios digitales que se actualizan de forma continua. Un aspecto característico sobre el aprendizaje de este tipo de aplicaciones, como señalan Lopez, Caro y Ramírez (2010), es que se produce de forma autodidacta en los niveles de educación superior. Por lo tanto el aprendizaje se realiza mediante el sistema prueba y error, necesitando más tiempo para adquirir los conocimientos.

Esto se traduce en que las herramientas no se enseñan, por lo que sólo aquellos alumnos con más capacidad para su uso son los que verdaderamente las utilizan, dependiendo el aprendizaje de la autopredisposición y las necesidades eventuales.

La Cruz y Casariego (2010) sugieren que el diseño asistido por ordenador trata de responder a la simulación de las necesidades cotidianas de la vida para traducirlas a objetos expresivos y funcionales. Por lo que el aprendizaje de estas herramientas se convierte en un paso previo fundamental a la incorporación de la vida laboral. Sin embargo, la iniciación al uso de los programas informáticos no se debe producir por la necesidad ya explícita de manejarlos porque se reduce el esfuerzo en la parte creativa. Es por estas razones que el Bachillerato, pero también la Educación Secundaria Obligatoria, se presenta como el periodo idóneo para la introducción al uso de estas herramientas.

La principal contribución de estas tecnologías aplicadas a la educación es el aumento del nivel de preparación y de capacitación de los estudiantes, logrando un mayor desarrollo y universalización del conocimiento (La Cruz y Casariego, 2010). Pero también es importante la influencia que tienen estas herramientas en la motivación del estudiante ya que aumentan la eficacia en ciertos aprendizajes y potencian cierta autonomía de trabajo. En el ámbito del diseño es la herramienta de AutoCAD la que se perfila como el *software* más utilizado para el dibujo bidimensional y tridimensional, pero también se comienzan a popularizar el uso de otro tipo de herramientas como las paramétricas que construyen por relaciones determinadas (concretamente matemáticas) y editables.

Los conocimientos sobre dibujo técnico son imprescindibles para dar respuesta a problemas concretos en las especialidades técnicas relacionadas con el diseño. Pero los procesos de diseño están revisando sus bases conceptuales, incorporando otras disciplinas que le han sido ajenas para afrontar los nuevos desafíos, siendo uno de estos innovadores recursos el diseño paramétrico. Una de las virtudes que ofrece este tipo de trabajo es la posibilidad de reevaluar el trabajo y sus variantes sin rehacer el trabajo de representación. Para ello se deben entender las relaciones entre las partes y el todo, es decir, ejercitar la visualización y las relaciones lógico-matemáticas.

Se debe destacar que la utilización de los parámetros ha abierto infinitas posibilidades de creación en diversas disciplinas, lo que permite la inclusión de conceptos como crecimiento o diseño evolutivo (se diseña incorporando el tiempo

como variable) y liberando al diseñador de algunas de las limitaciones de los programas habituales de dibujo. El proceso de trabajo paramétrico, según García y Lyon (2013), se subdivide en 4 fases: la definición de condiciones iniciales, la preparación o selección de las herramientas que posibilitan el procedimiento, la ejecución del procedimiento y la interpretación y selección de resultados. Este proceso es muy similar a la forma que Muñoz-Arango (2010) establece como método para afrontar los ejercicios en el Dibujo Técnico y en las Matemáticas.

Este tipo de trabajo implica también un esfuerzo multidisciplinar donde se combinen diversos sistemas digitales como (García y Lyon, 2013): la modelación constructiva (dibujo de como se construye la forma), la programación geométrica (dibujo paramétrico), la fabricación digital (control digital de todo el proceso de fabricación), etc. Con ello, se entiende que el trabajo multidisciplinar no es exclusivo de la mezcla de disciplinas sino que también se fomenta con las prácticas digitales y el método *botton up* (que responde al diseño paramétrico) que implica crear desde parámetros que son modificables en cualquier parte del proceso.

### **3.2. Innovación en la metodología**

Nuestra propuesta metodológica se basa en dos innovaciones con el fin de actualizar y revalorizar la materia de Dibujo Técnico I. Por un lado, se vincula, de forma simultánea, el trabajo teórico con el trabajo práctico, tanto digital como manual. De esta manera, se pretende que el aprendizaje en las herramientas de dibujo asistido por ordenador no se produzca de forma independiente. Y, por otro, se propone un plan de formación del profesorado para que éstos puedan introducir a los alumnos en el uso de los programas de dibujo.

#### **3.2.1 La introducción de las bases matemáticas en el Dibujo Técnico I**

La inclusión de los conceptos matemáticos básicos que son afines entre las asignaturas de Dibujo Técnico I y de Matemáticas I se realiza teniendo en cuenta su implantación en un aula de la Región de Murcia y bajo su marco legal. El Decreto nº 262/2008, de 5 de septiembre, por el que se establece el currículo del Bachillerato de la comunidad (BORM núm. 211, miércoles 10 septiembre 2008), asigna cuatro bloques de contenido tanto para la materia de Dibujo Técnico I (arte y dibujo técnico, trazados geométricos, sistemas de representación y normalización y croquización) como la de Matemáticas I (aritmética y álgebra, geometría, análisis y estadística y probabilidad).

Como se puede observar en la tabla I, los bloques de Dibujo Técnico afectados por la introducción de contenidos matemáticos son los trazados geométricos y los sistemas de representación.

A su vez, los conceptos de matemáticas que se introducen forman parte de los bloques de geometría y análisis. Será importante planificar las sesiones teóricas para explicar de forma conjunta los conceptos equivalentes de las dos áreas. Para ello se elaboran las tablas que incluyen los contenidos multidisciplinarios a trabajar, se establece un código que los clasifica por bloques de Dibujo Técnico (B1, B2, B3, B4) y los numera (C1, C2, C3, C4, etc.).

TABLA I. Contenidos de Matemáticas I con los de Dibujo Técnico I

	<b>Contenidos Dibujo Técnico I</b>	<b>Contenidos Matemáticas I</b>	<b>Código</b>
<b>BLOQUE 1</b>	Hitos históricos del dibujo técnico	-	B1C1
	Diseño industrial	-	B1C2
	La geometría en el arte	-	B1C3
	La estética del dibujo técnico	-	B1C4
<b>BLOQUE 2</b>	Trazados fundamentales del plano. Operaciones gráficas con segmentos y ángulos. Lugares geométricos básicos: mediatriz y bisectriz. Ángulos en la circunferencia. Las escuadras: características y utilización para el trazado de perpendiculares, paralelas y ángulos notables.	Ampliación del concepto de ángulo. Radián. Medida de un ángulo en radianes. Razones trigonométricas de un ángulo cualquiera. Teoremas del seno y del coseno. Posiciones relativas de rectas: incidencia, paralelismo y perpendicularidad.	B2C1
	Trazado de polígonos regulares. Polígonos clasificación. Triángulos. Líneas notables de un triángulo. Cuadriláteros. Polígonos regulares. Trazados por procedimientos generales inscritos en una circunferencia y a partir del lado. Aplicaciones.	Uso de fórmulas y transformaciones trigonométricas en la resolución de triángulos, rectángulos y no rectángulos, y de problemas geométricos diversos.	B2C2
	Proporcionalidad y semejanza. Escalas. Igualdad. Trazado de una figura igual a otra dada. Semejanza. Trazado de una figura semejante a otra conocida su razón de semejanza. Proporcionalidad gráfica. Cuarta proporcional. Tercera proporcional. Media proporcional. Teorema de Tales.	Funciones reales de variable real. Clasificación y características básicas de las funciones polinómicas, racionales sencillas, valor absoluto, parte entera, trigonométricas, exponenciales y logarítmicas.	B2C3
	Transformaciones geométricas. Simetría central. Simetría axial. Traslación. Giro. Homotecia.	Vectores libres en el plano. Operaciones. Módulo de un vector. Producto escalar de vectores.	B2C4
	Trazado de tangencias. Recta y circunferencia tangentes. Circunferencias tangentes. Problemas sencillos en los que las soluciones sean rectas o circunferencias. Enlaces. Aplicaciones prácticas.	Posiciones relativas de rectas: incidencia, paralelismo y perpendicularidad.	B2C5
	Definición y trazado de óvalos, ovoides y volutas, espirales y hélices.	Lugares geométricos del plano.	B2C6
	Curvas cónicas. Definición y trazado. Circunferencia principal. Circunferencia focal. Elipse, hipérbola y parábola. Generación y definición como lugar geométrico.	Lugares geométricos del plano. Cónicas. Funciones reales de variable real. Dominio, recorrido y extremos de una función. Operaciones y composición de funciones. Función inversa. Representación gráfica de funciones elementales a partir del análisis de sus características globales.	B2C7
	Rectificaciones. Rectificación de una curva cualquiera. Rectificación de una circunferencia. Rectificación de una semicircunferencia. Rectificación de un	Operaciones y composición de funciones.	B2C8



	cuadrante de circunferencia.		
BLOQUE 3	Fundamentos y finalidad de los distintos sistemas de representación: características diferenciales.	Representación gráfica de funciones elementales a partir del análisis de sus características globales.	B3C1
	El sistema diédrico. Representación del punto, recta y plano: sus relaciones y transformaciones más usuales. Trazas de una recta. Trazas de un plano. Puntos contenidos en rectas. Rectas contenidas en planos. Rectas particulares del plano. Proyecciones de una figura plana.	Distancia entre puntos del plano. Ecuaciones de la recta. Posiciones relativas de rectas: incidencia, paralelismo y perpendicularidad. Cálculo de distancias y ángulos.	B3C2
	Sistema de planos acotados. Fundamentos del sistema. Representación del punto, recta y plano. Intersecciones. Aplicaciones a la representación del terreno, trazados de pendiente determinada, perfiles y cubiertas de edificios.	Distancia entre puntos del plano. Ecuaciones de la recta. Posiciones relativas de rectas: incidencia, paralelismo y perpendicularidad. Cálculo de distancias y ángulos.	B3C3
	Los sistemas axonométricos: isometría y perspectiva caballera. Representación del punto, recta y plano. Intersección de planos. Intersección de recta y plano. Representación de sólidos. Acotación en perspectiva. Cortes. Sombras.	Distancia entre puntos del plano. Ecuaciones de la recta. Posiciones relativas de rectas: incidencia, paralelismo y perpendicularidad. Cálculo de distancias y ángulos.	B3C4
BLOQUE 4	Funcionalidad y estética de la descripción y la representación objetiva, etc.	-	B4C1
	El concepto de normalización, etc.	-	B4C2
	Tipología de acabados y de presentación, etc.	-	B4C3
	Utilización de técnicas manuales, reprográficas e infográficas propias del dibujo técnico, etc.	-	B4C4

### 3.2.2 La incorporación de las herramientas gráficas en el Dibujo Técnico I

Para poder implantar el dibujo asistido por ordenador en la enseñanza, son cuatro las características básicas para garantizar un aprendizaje de calidad (Sánchez, 1996): 1) La cualificación del profesorado, 2) los alumnos deben de tener unos conocimientos previos antes de utilizar la herramienta, 3) la adecuación de los objetivos con el proceso teórico-práctico y 4) disponer de las instalaciones adecuadas para poder realizar las prácticas. Estos puntos se han tenido en cuenta para incorporar las herramientas de forma satisfactoria.

Según la clasificación de herramientas elaborada por Saorín et al. (2011), y que es comúnmente aceptada, son cinco las categorías: Visualizadores de modelos 3D, Dibujo vectorial, Dibujo raster, Modeladores 3D y Dibujo CAD. En este estudio incorporamos las dos últimas, ya que son las más afines a los contenidos de la materia, a las que añadimos el dibujo paramétrico para evitar las situaciones autodidactas que describen Lopez et al. (2010) y que limitan el uso de las posibilidades que proporcionan este tipo de programas.

Dentro de la herramienta de Dibujo CAD, el escogido es programa de AutoCAD. Desde la página de Autodesk se ofrece el *software* de manera gratuita para estudiantes, profesores y centros de enseñanza. Respecto a los Modeladores 3D y los programas de dibujo paramétrico, habitualmente se trabajan de forma interdependiente, por eso se pueden emplear los mismos programas informáticos. Con la finalidad de poder adaptarse económicamente a todas las situaciones se han elegido dos *softwares*. El Autodesk 3DS Max lo ofrece la empresa con el mismo nombre de forma gratuita para educación y el Rhinoceros es un programa de modelado al que se le añade un *plug-in* (programa dependiente) denominado Grasshopper que es el encargado de realizar las tareas de dibujo paramétrico.

### **3.2.3 La formación de los profesores para el uso de las herramientas gráficas**

Tal y como indica Sánchez (1996), la formación del profesorado es fundamental para poder llevar a cabo esta propuesta. En el caso del programa AutoCAD, se ofertan numerosos cursos online y presenciales, pero aquí planteamos un curso específico desde las actividades de formación de la plataforma digital Educarm de la Consejería de Educación, Cultura y Universidades de la Región de Murcia.

El planteamiento de la formación es muy diferente para el caso del aprendizaje del programa de modelado tridimensional y de dibujo paramétrico que se ha seleccionado. Desde las páginas webs de Rhinoceros y Grasshopper se ponen a disposición de los usuarios diversos recursos: cursos de formación general, manuales, ayuda en línea, etc. Además, otro de los elementos clave es que existe una gran comunidad internacional *on-line* en la que los propios usuarios ayudan a resolver las dudas de otras personas.

### **3.2.4 Cronograma de la asignatura de Dibujo Técnico I**

La incorporación de las herramientas gráficas se debe realizar de forma vinculada a los contenidos de la materia y así unir todos los aprendizajes con los conceptos. La finalidad es desarrollar el pensamiento creativo y la capacidad de relacionar múltiples aspectos desde la multidisciplinariedad, es decir, mezclando los conceptos del Dibujo Técnico con sus homólogos matemáticos y cómo trabajarlos desde el ámbito manual y digital. Con ello, se consigue trabajar la capacidad viso-espacial que definía Vicente et al. (2008) y cómo las relaciones lógico-matemáticas se aplican a los objetos.

Para llevarlo a cabo se propone una distribución temporal a lo largo del curso académico y en la que se organizan los contenidos por semanas que aparecen recogidos en la tabla II. Dentro de cada semana se desarrollan los conceptos desde tres ámbitos diferentes y en el siguiente orden: a nivel teórico (T), con la práctica manual (M) y de forma digital (D). En primer lugar, es necesario explicar la teoría para adquirir los conocimientos previos indispensables. En segundo lugar, se pasa a trabajar de forma manual, lo que permite conseguir los objetivos marcados en el Decreto 262/2008, de 5 de septiembre. Y en tercer lugar, la formación se complementa introduciendo la práctica digital de los contenidos, valorando las diferencias entre realizar el trabajo de forma manual y aplicar las herramientas de dibujo asistido por ordenador.

TABLA II. Relación de contenidos con sus herramientas gráficas y temporalización

<b>Contenidos (Tabla I)</b>	<b>Herramientas gráficas</b>	<b>Temporalización</b>	<b>Distribución sesiones</b>
B1C1	AutoCAD	3 sesiones	1T+2D
B1C2	AutoCAD, Rhinoceros	3 sesiones	1T+2D
B1C3	Rhinoceros, Grasshopper	3 sesiones	1T+2D
B1C4	Grasshopper	3 sesiones	1T+2D
B2C1	AutoCAD, Grasshopper	3 sesiones	1T+1M+1D
B2C2	AutoCAD, Grasshopper	3 sesiones	1T+1M+1D
B2C3	AutoCAD, Grasshopper	3 sesiones	1T+1M+1D
B2C4	AutoCAD, Rhinoceros, Grasshopper	3 sesiones	1T+1M+1D
B2C5	AutoCAD, Grasshopper	3 sesiones	1T+1M+1D
B2C6	AutoCAD, Grasshopper	3 sesiones	1T+1M+1D
B2C7	AutoCAD, Grasshopper	3 sesiones	1T+1M+1D
B2C8	AutoCAD, Grasshopper	3 sesiones	1T+1M+1D
B3C1	AutoCAD, Rhinoceros, Grasshopper	3 sesiones	1T+1M+1D
B3C2	AutoCAD, Rhinoceros, Grasshopper	12 sesiones	4T+4M+4D
B3C3	AutoCAD, Rhinoceros, Grasshopper	6 sesiones	2T+2M+2D
B3C4	AutoCAD, Rhinoceros, Grasshopper	6 sesiones	2T+2M+2D
B4C1	AutoCAD, Rhinoceros	3 sesiones	1T+1M+1D
B4C2	AutoCAD, Rhinoceros	3 sesiones	1T+1M+1D
B4C3	AutoCAD, Rhinoceros	3 sesiones	1T+1M+1D
B4C4	AutoCAD, Rhinoceros	3 sesiones	1T+1M+1D

## 4. Discusión

### 4.1. Evaluación de la propuesta

La finalidad de esta propuesta metodológica es acercar los contenidos del Dibujo Técnico I a los nuevos recursos tecnológicos y digitales para preparar a los alumnos

para su futuro profesional. De forma adicional, incluir las tecnologías dentro del aula permite aumentar la satisfacción, la atención y la motivación. Asimismo, la concentración de la parte teórica en sesiones específicas y el aumento de la parte práctica de la asignatura, mejora la participación y fomenta el aprendizaje activo y el dinamismo en las clases.

Actualmente la asignatura de Dibujo Técnico está desvinculada de la realidad y aunque se enseñan conocimientos imprescindibles, realizar sólo prácticas manuales hace que no se vea su utilidad. Eso es debido a que, hoy en día, los conocimientos se aplican en las herramientas de dibujo asistido por ordenador. El anquilosamiento en la asignatura se produce entre otros motivos por la falta de interés por actualizarse del profesorado y por la necesidad de contenidos en el currículo que se asemejen más a la realidad futura. Por ello se está reduciendo la carga lectiva progresivamente, lo que demuestra una infravaloración de esta materia en el contexto educativo. Sin embargo, esta situación debe revertirse por la importancia que tienen sus contenidos para que los alumnos sean capaces de generar geometrías complejas y su modelizado (Lopez et al., 2010).

Para valorar desde diferentes puntos de vista la eficacia de la implantación metodológica de este trabajo, se incluyen distintos instrumentos de forma que se evalúen cada uno de los cuatro objetivos descritos en la introducción y que aparecen relacionados en la tabla III.

TABLA III. Relación de los objetivos con su sistema de evaluación

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Instrumentos de evaluación</b>
1	Examen, hoja de seguimiento del profesorado y cuestionario de satisfacción del alumnado
2	Examen, prácticas, hoja de seguimiento del profesorado y cuestionario de satisfacción del alumnado
3	Examen, prácticas, hoja de seguimiento del profesorado y cuestionario de satisfacción del alumnado
4	Cuestionario de valoración del profesorado

El alumno realizará los correspondientes exámenes y ejercicios prácticos, pero además hará un test con preguntas de respuesta cerrada, de respuesta gradual y preguntas de tipo abierto para que pueda expresar su opinión sobre estas innovaciones (tabla IV). Con esa herramienta también se averiguará si existen problemas en el desarrollo de los contenidos o de las prácticas para poder mejorar el aprendizaje. Otro de los documentos es la hoja de seguimiento del profesorado (tabla V) para cada unidad didáctica con el fin de valorar la evolución del alumnado y la consecución de los objetivos específicos.

Y, en cuanto a la formación impartida a los profesores, se evaluará con un cuestionario de valoración (tabla VI).

TABLA IV. Cuestionario de satisfacción de los alumnos

<b>CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DE LOS ALUMNOS</b>				
<b>Nombre:</b>			<b>Curso:</b>	
<b>Para las valoraciones: 1= poco y 5= mucho</b>				
<b>1- Valora del 1 al 5: Existe relación entre las matemáticas y el dibujo.</b>				
1	2	3	4	5
<b>2- Valora del 1 al 5: Es difícil relacionar los conceptos de matemáticas y dibujo.</b>				
1	2	3	4	5
<b>3- ¿Cómo te resultaría más sencillo relacionar los conceptos de matemáticas y dibujo?</b>				
<b>4- ¿Resulta interesante la relación entre los contenidos de matemáticas y dibujo?</b>			SI	NO
<b>5- Valora del 1 al 5: Resulta útil el programa de AutoCAD.</b>				
1	2	3	4	5
<b>6- ¿Te gusta utilizar el programa de AutoCAD? ¿Por qué?</b>				
<b>7- ¿Cómo mejorarías el uso del programa de AutoCAD en clase?</b>				
<b>8- ¿Te interesa utilizar el programa de AutoCAD?</b>			SI	NO
<b>9- Valora del 1 al 5: Resulta útil el programa de Rhinoceros.</b>				
1	2	3	4	5
<b>10- ¿Te gusta utilizar el programa de Rhinoceros? ¿Por qué?</b>				
<b>11- ¿Cómo mejorarías el uso del programa de Rhinoceros en clase?</b>				
<b>12- ¿Te interesa utilizar el programa de Rhinoceros?</b>			SI	NO
<b>13- Valora del 1 al 5: Resulta útil el programa de Grasshopper.</b>				
1	2	3	4	5
<b>14- ¿Te gusta utilizar el programa de Grasshopper? ¿Por qué?</b>				
<b>15- ¿Cómo mejorarías el uso del programa de Grasshopper en clase?</b>				
<b>16- ¿Te interesa utilizar el programa de Grasshopper?</b>			SI	NO

Propuesta metodológica en el bachillerato. Incorporación de nuevas tecnologías y un acercamiento a la multidisciplinariedad

<b>17-</b> ¿Te cuesta relacionar los conceptos de dibujo y matemáticas en el programa de Grasshopper?	SI	NO
<b>18-</b> ¿Cómo mejorarías la relación entre los contenidos de dibujo y matemáticas al utilizar el programa de Grasshopper?		
<b>19-</b> ¿Qué opinión tienes sobre la asignatura de Dibujo Técnico y su utilidad?		
<b>20-</b> Otros comentarios que quieras realizar:		

TABLA V. Hoja de seguimiento del profesorado

<b>CURSO:</b>	<b>Unidad Didáctica:</b>	
<b>Contenidos desarrollados:</b>		
<b>Nombre del alumno:</b>		
<b>SESIONES TEÓRICAS</b>		
Utiliza de forma conjunta los conceptos matemáticos y los conceptos de dibujo para resolver los problemas planteados.	SI	NO
Problemas detectados		
Otros comentarios		
<b>SESIONES MANUALES</b>		
Utiliza de forma conjunta los conceptos matemáticos y los conceptos de dibujo para resolver los problemas planteados.	SI	NO
Utiliza las herramientas de Dibujo Técnico, para realizar los procedimientos, con destreza y realiza un correcto acabado	SI	NO
Problemas detectados		
Otros comentarios		
<b>SESIONES DIGITALES</b>		
Utiliza las diferentes herramientas gráficas digitales de forma clara y limpia, cuidando su acabado y presentación.	SI	NO
Identifica y diferenciar que tipología de programa de dibujo asistido por ordenador se adecua a la resolución de los diferentes problemas planteados.	SI	NO
Aplica los conceptos matemáticos y espaciales al uso de la herramienta de dibujo paramétrico de forma	SI	NO

razonada.		
Problemas detectados		
Otros comentarios		
<b>VALORACIÓN Y ESTRATEGIAS DE MEJORA</b>		

TABLA VI. Cuestionario de valoración del profesorado

<b>CUESTIONARIO DE VALORACIÓN DEL PROFESORADO</b>				
<b>Nombre:</b>				
<b>Para las valoraciones: 1 = poco y 5 = mucho</b>				
<b>1- Valora del 1 al 5: Resulta útil el programa de AutoCAD.</b>				
1	2	3	4	5
<b>2- ¿Crees que es útil el programa de AutoCAD en las clases? ¿Por qué?</b>				
<b>3- ¿Cómo mejorarías la formación del programa de AutoCAD para el profesorado?</b>				
<b>4- ¿Te interesa utilizar el programa de AutoCAD?</b>			SI	NO
<b>5- Valora del 1 al 5: Resulta útil el programa de Rhinoceros.</b>				
1	2	3	4	5
<b>6- ¿Crees que es útil el programa de Rhinoceros en las clases? ¿Por qué?</b>				
<b>7- ¿Cómo mejorarías la formación del programa de Rhinoceros para el profesorado?</b>				
<b>8- ¿Te interesa utilizar el programa de Rhinoceros?</b>			SI	NO
<b>9- Valora del 1 al 5: Resulta útil el programa de Grasshopper.</b>				
1	2	3	4	5
<b>10- ¿Crees que es útil el programa de Grasshopper en las clases? ¿Por qué?</b>				
<b>11- ¿Cómo mejorarías la formación del programa de Grasshopper para el profesorado?</b>				

<b>12-</b> ¿Te interesa utilizar el programa de Grasshopper?	SI	NO
<b>13-</b> ¿Te parece adecuada la formación que se imparte al profesorado sobre las herramientas gráficas?	SI	NO
<b>14-</b> ¿Cómo mejorarías la formación que se imparte al profesorado sobre las herramientas gráficas?		
<b>15-</b> ¿Crees que enseñar las herramientas gráficas en la asignatura de Dibujo Técnico es adecuado?		
<b>16-</b> Otros comentarios que quieras realizar:		

## 5. CONCLUSIONES

Uno de los puntos fuertes de la renovación que se plantea es la utilización de las herramientas de dibujo asistido por ordenador porque los alumnos pueden experimentar de forma directa la utilidad de los conocimientos que se enseñan. Además, si deciden continuar su formación, se exige el conocimiento en las tecnologías gráficas, por lo que la adaptación se produce de forma sencilla y ágil al haber tenido una enseñanza previa. En cuanto al *software* necesario para implantar el proyecto, el criterio de elección se ha guiado hacia la utilización de las herramientas más populares en el ámbito educativo y laboral. Incluir en la enseñanza el uso del muy utilizado programa de AutoCAD que además es gratuito para el ámbito educativo, debería ser ya una realidad en todos los centros.

Como se trata de actualizar la asignatura y acercarla a la realidad, no podemos obviar las circunstancias actuales en el ámbito del diseño. Por ello, es importante la introducción de la herramienta de dibujo paramétrico cuyo uso se está extendiendo rápidamente. Para una mejor implementación de estas herramientas digitales sería favorable un aumento de las horas lectivas de la asignatura, sobre todo, para poder profundizar en el aprendizaje de esos nuevos recursos y reforzar los contenidos. Pero no se deben incorporar las herramientas de cualquier forma, sino vinculadas directamente a los contenidos. Para eso se organizan las semanas en tres tipos de sesiones (teórica, manual y digital), facilitando ver los conceptos de forma interrelacionada.

Respecto a la introducción del aprendizaje de los conceptos matemáticos a través del Dibujo Técnico I, se puede realizar la misma operación con las asignaturas de Matemáticas II y Dibujo Técnico II. Así en toda la etapa de Bachillerato se modificarían los contenidos en el área del dibujo, asegurando el aprendizaje progresivo. Ambas ampliaciones futuras mejorarían la asimilación de los conceptos y la puesta en práctica de los programas informáticos, otorgado una base sólida en la aplicación de la materia.



Por otra parte, es fundamental el interés e implicación del profesorado por mantenerse actualizado e ir modificando la materia en función de las necesidades que surjan en el futuro, siguiendo siempre el marco legislativo. Aplicando esta fórmula, se puede devolver a la asignatura de Dibujo Técnico la importancia que merece, convirtiéndola en un referente útil de las nuevas tecnologías y del pensamiento multidisciplinar.

## 6. REFERENCIAS

- Coll, C. (1983). Las aportaciones de la psicología a la educación: el caso de la teoría genética y de los aprendizajes escolares. En C. Coll (Ed.), *Psicología genética y aprendizajes escolares*. Madrid: Siglo XXI.
- De Souza, B.B. (2009). Hibridación y transdisciplinariedad en las artes plásticas, en *Educación Siglo XXI*, 27(1), p. 217-230.
- Fernández-Ríos, L. (2010). Interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento: ¿Más allá de Bolonia?, en *Innovación educativa*, 20, p. 157-166.
- García, R., y Lyon, A. (2013). Diseño paramétrico en Arquitectura; método, técnicas y aplicaciones, en *ARQUISUR*, 3(3), p. 16-27.
- Johnson, L., Brown, M., & Adams Becker, S. (2013). *NMC Horizon Report: 2013 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Juntsch, E. (1979). Hacia la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en la enseñanza y la innovación. En L. Apostel, G. Berger, A. Briggs, y G. Michaud (Ed.), *Interdisciplinariedad. Problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades* (p. 110-141). México: ANUIES.
- Jurado, F. (2009). El enfoque sobre competencias: Una perspectiva crítica para la educación, en *Revista Complutense de Educación*, 20(2), p. 343-354.
- La Cruz, W., y Casariego, E. (2010). Las herramientas tecnológicas en la enseñanza del diseño industrial, en *Télématique*, 6(2), p. 33-44.
- Lopez, J., Caro, J.L., y Ramírez, P. (2010). Análisis de métodos de modelizado en el diseño paramétrico. Relaciones geométricas. *XIV International Congress on Project Engineering*, (p. 2240-2249). Madrid.
- Mendoza, N.E., y Herrera, L. (2012). Herramientas y tendencias para la enseñanza apoyada por TIC: docencia y líneas de investigación, en *Virtualis*, 3(6), p. 42-57.
- Muñoz-Arango, R.A. (2010). Incorporación de las nuevas tecnologías en la enseñanza y desarrollo del pensamiento lógico-matemático, en *Ventana Informática*, 23, p. 159-180.
- Oliva, M.A. (2003). El espacio europeo de educación superior: una oportunidad de desarrollo multidisciplinar a través del aprendizaje y la tecnología. *Encuentros multidisciplinares*, 5(15), p. 46-54.

- Prensky, M. (2001). *Nativos e Inmigrantes Digitales*. Consultado el 09 de Marzo de 2013. Disponible en línea en *Cuadernos SEK 2.0*, en: [www.marcprensky.com/writing/Prensky-NATIVOS%20E%20INMIGRANTES%20DIGITALES%20\(SEK\).pdf](http://www.marcprensky.com/writing/Prensky-NATIVOS%20E%20INMIGRANTES%20DIGITALES%20(SEK).pdf).
- Sánchez, F.J. (2008). Una rápida panorámica de la situación actual de la educación plástica y visual.: Algunas consideraciones para el manejo correcto de la información por parte de la Comunidad Educativa, en *Caleidoscopio. Revista digital de contenidos educativos*, 1, p. 87-93.
- Sánchez, J.M. (1996). *El ordenador en la didáctica del Dibujo Técnico. Tesis Doctoral*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Saorín, J.L., De la torre, J., Martín, N., Carbonell, C., y Contero, M.R. (2011). Tablet digitales para la docencia del dibujo, diseño y artes plásticas, en *Teoría de la educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 12(2), p. 259-279.
- Sierra, B., Méndez-Giménez, A., y Mañana-Rodríguez, J. (2013). La programación por competencias básicas: hacia un cambio metodológico interdisciplinar, en *Revista Complutense de Educación*, 24(1), p. 165-184.
- Vicente, S., Orrantía, J., y Verschaffel, L. (2008). Influencia del conocimiento matemático y situacional en la resolución de problemas aritméticos verbales: ayudas textuales y gráficas, en *Infancia y Aprendizaje*, 31(4), p. 463-483.