



Introducción del *Proceso de Diseño* en el aula de dibujo técnico como propuesta para el empoderamiento creativo del alumnado

Óscar González-Yebra¹; Manuel Pérez-Valero²; Manuel A. Aguilar³; Fernando J. Aguilar⁴

Recibido: 28 de enero de 2019 / Aceptado: 7 de septiembre de 2019

Resumen. En este trabajo se presenta una nueva propuesta docente para las clases de dibujo técnico (expresión gráfica), en la que se incorpora el “Proceso de Diseño” al aula. Se ha trabajado la metodología de forma experimental, a través de un seminario-taller con un grupo de estudiantes del Máster en Profesorado de Educación Secundaria (especialidad en “Dibujo, Imagen y Artes Plásticas”) de la Universidad de Almería (España). El objetivo es brindar al futuro profesorado perspectivas y herramientas alternativas que proyecten un mayor dinamismo a la enseñanza-aprendizaje de la materia. El seminario se desarrolló siguiendo un planteamiento de co-participación (docente-alumnado). Además, inicialmente se reflexionó sobre el concepto de diseño y sus dificultades para abordar su definición. Con respecto al análisis de la experiencia, se han relacionado diferentes procedimientos metodológicos: índice NPS (Net Promoter Score), escala Likert de 0-10 puntos y estadísticos descriptivos. Los hallazgos obtenidos apuntan a que el enfoque metodológico propuesto es útil para el futuro profesorado de la asignatura de dibujo técnico, y favorece el desarrollo de la creatividad entre el alumnado. Esta propuesta podría inscribirse dentro de la incipiente filosofía educativa “STEAM”, interrelacionando diferentes disciplinas profesionales, como por ejemplo la ingeniería, el arte y el diseño.

Palabras clave: Dibujo técnico; innovación educativa; proceso de diseño; empoderamiento creativo; filosofía STEAM.

[en] Introduction of the *Design Process* in the technical drawing classroom as a proposal for the creative empowerment of students

Abstract. This work presents a new teaching proposal for the technical drawing (graphic expression) classes, in which the “Design Process” is incorporated into the classroom. The methodology has been experimentally worked through a seminar-workshop with a group of students of the Master’s Degree in Secondary Education Teaching (specialization in “Drawing, Image and Plastic Arts”) of the University of Almería (Spain). The objective is to provide future teachers with perspectives and alternative tools in order to increase the dynamism of the teaching-learning process regarding this subject. The seminar was developed by means of a co-participation approach (teacher-student), after carrying out an initial reflection on the concept of design and some common drawbacks usually detected when addressing its definition. Regarding the analysis of the experience, different methodological procedures have been related: NPS index (Net Promoter Score), Likert scale of 0-10 points and statistical descriptions. The findings suggest that the proposed methodological approach is useful for the future teachers of

¹ Universidad de Almería (España)
E-mail: oglezyebra@ual.es

² Escuela Superior de Diseño de la ciudad de Granada (España)
E-mail: manolosilicona@gmail.com

³ Universidad de Almería (España)
E-mail: maguilar@ual.es

⁴ Universidad de Almería (España)
E-mail: faguilar@ual.es

the subject of technical drawing, also facilitating the development of creativity among students. This proposal could be inscribed within the incipient educational philosophy “STEAM”, interrelating different professional disciplines, such as engineering, art and design.

Keywords: Technical drawing; educational innovation; design process; creative empowerment; STEAM philosophy.

Sumario: 1. Introducción. 1.1. Contextualización. 1.2. Hipótesis de partida y objetivos. 2. Diseño metodológico de la experimentación. 2.1. Metodología docente seminario. 3. Materiales y métodos. 3.1. Análisis de los datos. 3.2. Caracterización del grupo de trabajo. 4. Resultados y discusión. 4.1 Aproximación al concepto de diseño. 4.2. Micro-proyectos desarrollados en el aula. 4.3. Percepción del futuro profesorado. 5. Conclusiones. 5.1. Consideraciones finales. 5.2 Futuras líneas. Referencias.

Cómo citar: González-Yebra, Ó.; Pérez-Valero, M.; Aguilar, M. A.; Aguilar, F. A. (2020) Introducción del *Proceso de Diseño* en el aula de dibujo técnico como propuesta para el empoderamiento creativo del alumnado. *Arte, Individuo y Sociedad* 32(1), 227-246.

1. Introducción

1.1. Contextualización

En este trabajo se busca abordar un nuevo enfoque metodológico que relacione dibujo técnico (expresión gráfica) y diseño industrial dentro del propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello se ha realizado un seminario experimental con futuros docentes de la materia de dibujo técnico, en concreto con el alumnado de la asignatura “Aprendizaje y Enseñanza del Dibujo Técnico” del Máster en Profesorado de Educación Secundaria (Especialidad en “Dibujo, Imagen y Artes Plásticas”) de la Universidad de Almería. En dicha asignatura se pretende ofrecer orientaciones didácticas para impartir la materia de dibujo técnico, en los distintos niveles educativos en ESO y Bachillerato según lo dispuesto en la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (L.O.E.), así como una serie de competencias que los y las estudiantes deben adquirir con respecto al módulo específico (Dibujo, Imagen y Artes Plásticas), reseñando la de “conocer y aplicar propuestas docentes innovadoras en el ámbito de la especialización cursada” (Orden ECI/3858/2007, 2007, p. 53753). Esta es precisamente la línea donde toma especial importancia la propuesta metodológica que se plantea en este trabajo (introducción del proceso de diseño en el aula de dibujo técnico). Tradicionalmente el dibujo técnico se ha relacionado principalmente con el campo de la arquitectura o las ingenierías clásicas. Un ejemplo de ello se puede consultar en Booker (1979), donde se hace un repaso histórico del dibujo en la ingeniería. No obstante, tal y como explora Gagel (1997), el dibujo técnico es un lenguaje gráfico universal que se ha perfilado a lo largo del tiempo, incorporando conocimientos simbólicos, culturales y cognitivos. Es por ello que, a día de hoy, muchos de los aspectos del dibujo se relacionan más con el concepto de ingeniería del diseño (Rojas-Sola, Fernández-Sora, Serrano-Tierz, & Hernández-Díaz, 2011). En este contexto, se podría decir que el dibujo técnico tiene un recorrido mucho más amplio, entendiendo la expresión gráfica como un lenguaje que es indispensable tanto en el desarrollo de procesos de investigación, como en la comprensión gráfica de proyectos en los que se persiga la creación y fabricación de productos industriales.

Lo cierto es que el aprendizaje del dibujo técnico y la expresión gráfica, en demasiadas ocasiones, supone importantes dificultades para los y las estudiantes (e.g., problemas de observación o comprensión de los procedimientos), llevando en muchos casos a la desmotivación y la falta de vinculación con la actividad cotidiana. Por ende, tal y como apunta Richard (2007), hay que buscar favorecer un aprendizaje no memorístico que permita al alumnado salvar los obstáculos que les impiden el progreso en el aprendizaje de la materia, especialmente teniendo en cuenta que el aprendizaje de nuevos conceptos, en particular la obtención de habilidades de visualización, requiere de un importante entrenamiento (Fischbein, 1987, Gonzato, Fernández, & Díaz, 2011). Conjuntamente es importante incorporar a la reflexión que el sistema de aprendizaje de la expresión gráfica se desarrolla comúnmente mediante un sistema individualista, utilizando el material tradicional (e.g., regla, escuadra, cartabón, compás). Si bien, tal y como indican Batchelor y Wiebe (1995), el estándar seguido en el pasado para la representación de objetos era la proyección sobre plano, es decir el trabajo en dos dimensiones, este paradigma ha cambiado sustancialmente en la actualidad, dando paso a la entrada vertiginosa de las herramientas de modelado tridimensional. Además, no hay que olvidar que el nuevo alumnado de la materia de dibujo técnico ha crecido en un mundo tecnológico lleno de imágenes 3D, por lo que la concepción con la que llegan a asignaturas como dibujo técnico o expresión gráfica no se corresponde con el contenido que a menudo se encuentran. Es en este cambio de escenario donde la tendencia, desde el inicio del siglo XXI, ha sido la de incorporar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del dibujo técnico las herramientas de Diseño Asistido por Ordenador (Computer-Aided Design, CAD) (Alonso, Troncoso, Pérez, M., & González, 2005). Junto a este enfoque, muy ligado a la innovación docente, se ha buscado la incorporación en el aula de modelos de realidad aumentada 3D (modelos tridimensionales) para la mejora de las clases prácticas en dibujo técnico, tanto en Escuelas de Ingeniería (Ayala, Blázquez-Parra, & Montes-Tubío, 2017) como en Facultades de Bellas Artes (De la Torre, Saorín, Carbonell, Del Castillo, & Contero, 2012). Estos trabajos muestran como los objetos 3D de las TIC pueden ayudar a la comprensión de desarrollos gráficos cuando el alumnado no termina de entenderlos completamente en el papel. Estas herramientas deben utilizarse para complementar el aprendizaje del dibujo técnico y no para sustituirlo, tal y como se recoge en la investigación de McLaren (2008), que analiza la relevancia de enseñar al estudiantado a dibujar utilizando el dibujo manual tradicional en una era digital. Es por ello, que tal y como indican Navarro, Saorín, Contero y Conesa (2004), el contenido de las materias de dibujo técnico y expresión gráfica debe incluir el aprendizaje del diseño asistido por ordenador, pero desde una óptica superior que la de ser meramente usuarios de alguna aplicación. En esta línea, muchos docentes piensan que sería mejor enseñar CAD con software orientado a la educación en lugar de software comercial (Rubio, Gallego, Suárez, & Álvarez, 2005). Otro factor que en las últimas décadas ha provocado una deficiencia del desarrollo de conocimientos gráficos y de percepción espacial entre el nuevo alumnado, según apuntan Pérez, Serrano, Díaz, Tomás y Sentana (2002), ha sido la reducción de créditos del área de conocimiento de expresión gráfica en los actuales planes de estudio Universitarios, así como en los contenidos de la Enseñanza Secundaria.

En definitiva, se trata de desarrollar el espíritu crítico para evitar que se dibuje de forma sistemática-memorística, buscando el ejercicio reflexivo de entender que es lo que se está dibujando. En ese sentido, y teniendo en cuenta el marco de

contextualización, la propuesta que se plantea en este trabajo consiste, no solo en la innovación en la asignatura mediante la introducción de las herramientas CAD o las TIC en el aula, sino en añadir también el proceso de diseño como un enfoque con una mayor dimensión. Esta propuesta metodológica se relaciona con el aprendizaje basado en proyectos (PBL, Project-based learning), que se caracteriza por el conocimiento constructivista y la colaboración comunicativa y reflexiva (Kokotsaki, Menzies & Wiggins, 2016). Y con el enfoque “learning by doing”, que destaca por la gran aplicación de la componente práctica (Knowles & Suh 2005), debido a la motivación intrínseca del alumnado (Donnelly, 2010). Con ello se conseguirá un aprendizaje por investigación-acción, cuyo eje central es mejorar la práctica docente (Lankshear & Knobel, 2004), en este caso proponiendo el proceso de diseño como un “saber hacer”.

1.2. Hipótesis de partida y objetivos

Como inicio de esta nueva línea de trabajo, se han planteado las siguientes hipótesis de partida: el enfoque metodológico propuesto es útil para el futuro profesorado de la asignatura de dibujo técnico [Hipótesis 1] (i.e., para mejorar la práctica docente), y favorece el desarrollo de la creatividad entre el alumnado [Hipótesis 2]. Entendiendo la creatividad como una característica natural de la mente humana que todas las personas poseen (Menchén, 2001). Si bien, el término creatividad empezó a tener una presencia importante a partir de la década de los 50's del siglo XX, existiendo a día de hoy cientos de acepciones que hacen difícil la unificación de dicho concepto (Monreal, 2000). Además, en el ámbito educativo, Smith y Smith (2010) apuntan a que la concepción de lo que significa la creatividad y su aplicación en el aula entre docentes es muy variable. En este trabajo se pretende incluir la creatividad de forma holística como: producción creativa, pensamiento divergente y rasgo de la personalidad (Barron & Harrington, 1981). No obstante, se ha profundizado en el primer punto, es decir, la creatividad como producto, a fin de desarrollar habilidades entre el alumnado para que produzcan un trabajo con rasgos novedosos y distintivos.

En ese sentido, el objetivo principal marcado con este nuevo enfoque docente es acercar e introducir al estudiantado de la asignatura y futuro profesorado de enseñanzas medias (área de Educación Plástica y Visual en la ESO y Bachillerato), en conceptos y metodologías de diseño-diseño industrial, para trabajar la inquietud y el empoderamiento creativo como método innovador en el proceso de enseñanza-aprendizaje del dibujo técnico. Con esta propuesta, además se busca mejorar las habilidades de visualización espacial, a partir de una coparticipación activa e intuitiva, trabajando con objetos/productos tridimensionales de la realidad para que puedan ser experimentados por el propio grupo de discentes. Esto ayudará a desarrollar las competencias requeridas en el área de conocimiento de la expresión gráfica. No hay que olvidar que esta materia es estudiada en bachillerato tanto en la modalidad de arte como en la de ciencias y tecnología. Por lo tanto, el enfoque diseñado tiene un importante carácter interdisciplinar. Paralelamente, y a nivel de la educación superior, se busca introducir el proceso de diseño en carreras técnicas como, por ejemplo, en las titulaciones relacionadas con el sector agroalimentario, donde este tipo de conocimientos son prácticamente inexistentes en los planes de estudios actuales. En este sentido, en una investigación reciente en la que se consultó a un panel de personas expertas de la Comunidad de Andalucía (España) sobre el

papel del diseño en la industria agroalimentaria, se puso de manifiesto que el diseño a día de hoy es poco importante para los centros de formación. Esta percepción se mantiene tanto en el ámbito público (González-Yebra, Aguilar & Aguilar, 2019a) como en el privado (González-Yebra, Aguilar & Aguilar, 2019b).

2. Diseño metodológico de la experimentación

2.1. Metodología docente seminario

Para el desarrollo de la propuesta se realizó un seminario-taller con una duración de tres sesiones de 2h30' y dividido en dos bloques. 1^{er} Bloque: Introducción al concepto de diseño-diseño industrial y su proceso creativo [1^a sesión]. 2^o Bloque: Caso de estudio re-diseñar para aprender [2^a sesión] y desarrollo de un micro-proyecto [3^a sesión]. En el seminario se siguió una metodología de enseñanza-aprendizaje coparticipativa, desarrollando de forma dinámica entre todas las personas participantes (docente-discentes) las principales cuestiones de estudio que se plantearon durante las sesiones. De forma simultánea se realizó la exposición de los principales conceptos teórico-prácticos mediante presentaciones interactivas. Para ello se emplearon recursos del tipo: bibliografía específica (e.g., Munari, 1983, Bürdek, 2007, Henry, 2012), material reprográfico e imágenes digitalizadas.

1^{er} Bloque: En esta primera parte se comentaron las principales generalidades y clasificaciones de los tipos de dibujo técnico, para posteriormente introducir de forma reflexiva el concepto de “Diseño” y su planteamiento. ¿Qué es el diseño?, ¿qué es diseñar?, ¿y proyectar?, ¿cuántos tipos de diseño existen? En ese sentido, una de las actividades que se desarrollaron en este bloque fue precisamente la definición en grupo de dichos aspectos (en la sección 4.1 se exponen las definiciones que propuso el grupo de estudiantes en relación al concepto de diseño). Posteriormente se introdujeron diferentes ideas básicas (a modo de fundamentos) así como algunas definiciones sobre el campo del diseño, permitiendo al estudiantado avanzar en la construcción de su propia concepción con respecto a esta materia. Después de esta primera exploración se promovió el acercamiento del alumnado al diseño como un proceso analítico, técnico y creativo. Para ello se trabajó sobre el concepto de diseño de producto-industrial como una actividad que debe integrar una diversidad de factores y guiar los procesos de creatividad (Aguayo & Soltero, 2002), entendiendo el proceso de diseño como: “un conjunto de acciones que permiten diseñar productos técnicos, y que aprovecha los conocimientos de la ciencia y de la psicología cognitiva, así como la experiencia práctica en los diferentes campos de la tecnología” (Cabello, Márquez, Pérez & Verdier, 2009, p. 51).

2^o Bloque: En la segunda parte se expuso, a modo de ejemplo, un caso de estudio de rediseño de un envase de uso cotidiano a partir del “Ecodiseño” (integración sistemática de consideraciones ambientales en el proceso de diseño), tratando de mostrar al alumnado cómo se pueden tratar contenidos transversales a la materia a través del binomio “dibujo técnico-diseño”. Dicho caso se relacionó con temas como la sostenibilidad y la concienciación medioambiental. Seguidamente se tomó como referencia la normativa por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía (Orden de 14 de julio de 2016). En concreto se repartió al alumnado las páginas 260-265, en las cuales se describe el

contenido correspondiente a la materia de dibujo técnico (véase Tabla 1). Con dicha documentación, y mediante un trabajo grupal, los y las discentes prepararon una propuesta conceptual basada en el diseño de producto-industrial, similar al caso de estudio expuesto en el seminario docente, a modo de micro-proyecto para desarrollar una actividad de enseñanza-aprendizaje de alguno de los contenidos incluidos en la asignatura.

Tabla 1. Resumen bloques temáticos de la asignatura “Dibujo técnico”.

	Dibujo técnico I (1º Bachillerato)	Dibujo técnico II (2º Bachillerato)
Bloque 1	Geometría y Dibujo técnico	Geometría y Dibujo técnico
Bloque 2	Sistemas de representación	Sistemas de representación
Bloque 3	Normalización	Documentación gráfica de proyectos

Para el desarrollo del micro-proyecto se propusieron ex profeso las siguientes fases. Fase 0: Realizar una fase de documentación (investigación) para elegir la línea de trabajo y objeto/producto a rediseñar. Fase 1: Desarrollar una sesión de brainstorming para definir la idea de rediseño, en la que se trabajará el diseño conceptual (a mano alzada) plasmando aspectos como la función y la forma. Fase 2: Realizar la representación gráfica del rediseño a modo de fase de diseño detallado, utilizando material de dibujo y/o herramientas de CAD. Fase 3: Presentación de la propuesta desarrollada (por ejemplo mediante un póster o tríptico) como fase final de comunicación del rediseño. En la sección 4.2 se profundiza en estas fases.

3. Materiales y Métodos

Para conocer el impacto de la propuesta desarrollada, se elaboró un cuestionario ad hoc para la evaluación cuantitativa de la satisfacción del alumnado con respecto al seminario-taller. Este cuestionario estaba compuesto por diferentes ítems y dividido en tres partes. Una introductoria de caracterización del grupo de participantes, y dos más para dar respuesta a las hipótesis planteadas inicialmente, trabajando sobre la utilidad de la propuesta y sobre los diferentes aspectos que puede aportar al proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, se añadieron varias cuestiones abiertas para su evaluación cualitativa.

3.1. Análisis de los datos

Desde el punto de vista metodológico, para dar respuesta a la Hipótesis 1 se trabajó con el modelo Net Promoter Score (NPS) propuesto por Reichheld (2003), que evalúa la fidelidad mediante personas promotoras, pasivas y detractoras, a fin de poder determinar la probabilidad de que el futuro profesorado recomiende y utilice la propuesta docente. En ese sentido, se clasifican como personas detractoras, aquellas que puntúan con valores situados entre el 0 y el 6. En segundo lugar se clasifica como

personas pasivas a aquellas que puntúan con valores entre 7 y 8. Por último, se asigna la clase de personas promotoras a las que otorgan puntuaciones entre 9 y 10. El NPS consiste en un solo ítem que permite conocer la fidelidad del futuro profesorado ante la nueva propuesta metodológica. En este sentido, si la recomiendan es porque tienen un nivel alto de satisfacción (Reichheld, 2003). Para poder desarrollar este modelo se planteó la siguiente cuestión al grupo de estudiantes participantes en esta propuesta experimental: “¿Piensa que los temas tratados en este seminario-taller son útiles para la enseñanza-aprendizaje del dibujo técnico?”. A modo de resumen del análisis realizado, una vez obtenida la clasificación que requiere la escala correspondiente al modelo NPS, se calcula el indicador que permite medir la satisfacción de un grupo de usuarios (profesorado y alumnado) con respecto a un servicio (en nuestro caso una propuesta formativa). Dicho índice se obtiene de la aplicación de la siguiente expresión (Ecuación 1):

$$\text{Índice NPS} = \% \text{ profesorado promotor} - \% \text{ profesorado detractor (1)}$$

En relación a la Hipótesis 2 se desarrolló un análisis cuantitativo mediante estadísticos descriptivos a partir de los datos recogidos del instrumento de medición basado en un cuestionario con diferentes ítems (véase Tabla 2) definidos según una escala de respuesta tipo Likert de 11 puntos (e.g., Nada Útiles = 0 / Muy Útiles = 10). Se decidió trabajar con una escala de 0 a 10 siguiendo las recomendaciones de diferentes trabajos (e.g., Cummins, 1997, Batista-Foguet, Saris, Boyatzis, Guillén, & Serlavós, 2009), puesto que dicha escala representa el sistema decimal que se corresponde al modelo archiconocido de calificaciones de notas en el sistema educativo (0-5, suspenso, 5-6, aprobado, 7-8, notable, 9-10, sobresaliente). Se empleó la mediana (m) como medida central de la tendencia del grupo de participantes en el seminario-taller. Como indicadores complementarios se han determinado la media aritmética (μ), la desviación estándar (σ) y el coeficiente de variación (CV). Con este último valor, se podrá conocer cuál es la dispersión en las valoraciones realizadas por el grupo de participantes.

3.2. Caracterización del grupo de trabajo

En la fase exploratoria del seminario participaron 21 estudiantes del citado máster (promedio en este nivel académico), con una media de edad de 31 años, lo que caracteriza al grupo como “Millennials o Generación Y” (80-90’s). El 57% son mujeres y el 43% hombres, presentando el 52% formación en el campo del arte y el 29% procediendo de titulaciones técnicas. Del total de participantes en la experiencia, el 62% manifestó tener conocimientos en diseño. Para el desarrollo de las actividades propuestas en el seminario-taller, el estudiantado se organizó en 6 grupos de trabajo (constituidos por 3-5 componentes).

Tabla 2. Atributos incluidos en el cuestionario (sección tipo Likert).

Nº Ítem	Descripción
1	Ayudar al empoderamiento creativo del alumnado.
2	Mejorar la práctica de la enseñanza-aprendizaje de la expresión gráfica (dibujo técnico).
3	Ayudar a mejorar la capacidad espacial del alumnado.
4	Ayudar a desarrollar aptitudes de innovación en el alumnado.
5	Servir de medio de integración entre el dibujo técnico y otras materias (áreas de conocimiento).
6	Fomentar el trabajo colaborativo.
7	Promover el aprendizaje por investigación-acción.

4. Resultados y discusión

4.1 Aproximación al concepto de diseño

Para dar respuesta a la pregunta ¿Qué es el diseño?, previamente a exponer algunos de los aspectos obtenidos de la literatura científica, se dio respuesta a dicha cuestión por parte de los diferentes grupos de trabajo. A continuación se indican las transcripciones de las definiciones que planteó cada uno de los grupos para el concepto de diseño:

- El diseño atiende a una función, está concebido para resolver un problema o necesidad, va dirigido a un público objetivo en concreto, o puede ser creado por encargo.
- Proceso que estudia la utilidad, la forma y el modo, metodología, de un producto final a partir de una idea.
- Resultado de un proceso creativo funcional a través del cual buscamos representar una idea.
- Creación realizada por uno o varios individuos con el objetivo de hacer tangible una idea.
- Un concepto cuya finalidad es la expresión artística de un proceso creativo.
- Crear una idea, dar forma.

Para complementar la actividad, se buscó la definición que aparece en la Real Academia Española (RAE). En ese sentido, para la RAE, el vocablo “diseño” significa:

Del it. *disegno*. (1. m.) Traza o delineación de un edificio o de una figura. (2. m.) Proyecto, plan que configura algo. Diseño urbanístico. (3. m.) Concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie. Diseño gráfico, de modas, industrial. (4. m.) Forma de un objeto de diseño. El diseño de esta silla es de inspiración modernista. (5. m.) Descripción o bosquejo verbal de algo. (6. m.) Disposición de manchas, colores o dibujos que caracterizan exteriormente a diversos animales y plantas. (RAE, 2014, s.p.).

A partir de este ejercicio, se pone de manifiesto la complejidad para definir el vocablo diseño. Como aproximación al concepto, apuntar que el diseño es un concepto amplio y multidimensional cuya definición varía en función de las situaciones de uso (Walsh, 1996, Nixon, 1999). En ese sentido, el proceso y las etapas de diseño varían dependiendo de diferentes factores, por ejemplo, las fases asociadas con el diseño gráfico son diferentes a las del diseño de producto. Si bien, existen unas etapas comunes que las personas profesionales del diseño, el arte o la ingeniería, deben seguir como referencia, y que en líneas generales se pueden acotar en: las fases de investigación, planificación y conceptualización. A modo de síntesis:

1. Como hemos podido comprobar, existe un sinfín de definiciones para la palabra diseño. El concepto de diseño puede variar si lo describimos desde el diseño industrial, el diseño gráfico, el diseño de producto o el diseño de servicios. Si bien “Diseño” puede referirse o ser utilizado para hacer referencia al proceso de creación de algo principalmente tangible (Hertenstein, Platt, & Veryzer, 2013).
2. Desde el punto de vista académico, a día de hoy, el “Diseño” podría considerarse como una disciplina posmoderna que, en la práctica, está esencialmente ligada a la expresión gráfica/comunicación, arquitectura e ingeniería de producto, aunque lo cierto es que en términos científicos no se establece como una disciplina, estando actualmente en una fase de crecimiento (Gemser, de Bont, Hekkert, & Friedman, 2012).
3. El diseño, a diferencia de lo que es un proyecto, lo que hace es transformar una idea en algo tangible, en cambio el proyecto documenta los procesos y otros requisitos, para llevar a cabo el diseño.
4. A modo de cierre, el diseño se podría definir por lo tanto, a grandes rasgos, como un **proceso de trabajo estructurado y multidisciplinar orientado a crear productos, imágenes y espacios**, que comúnmente se conoce como diseñar.

No obstante, si se aborda el término desde el diseño industrial, Tomás Maldonado planteó en los años 60-70 el diseño como:

Una actividad proyectual que consiste en determinar las propiedades formales de los objetos producidos industrialmente. Por propiedades formales no hay que entender tan sólo las características exteriores, sino, sobre todo, las relaciones funcionales y estructurales que hacen que un objeto tenga una unidad coherente. (Maldonado, 1977, p. 13)

Esta definición, junto a otras, se pueden ampliar en los textos oficiales del Consejo Internacional de Sociedades de Diseño Industrial (ICSID, International Council of Societies of Industrial Design) en la actualidad constituida desde el año 2017 como Organización Mundial del Diseño (WDO, World Design Organization: <http://wdo.org/>).

Para finalizar este análisis, comentar que a finales del siglo pasado, Herrera (1995), a nivel educativo, apuntaba a la posibilidad de que en el siglo XXI el diseño se transformará en una disciplina básica en todos los niveles académicos, como puede ser por ejemplo las matemáticas para las ciencias. Si bien, esta disciplina

Tabla 3. Temáticas elegidas por el alumnado para desarrollar los micro-proyectos.

Grupo de trabajo	Producto elegido	Bloque a trabajar
G1	Bolígrafo	3
G2	Estuche de material escolar	3
G3	Raqueta de pádel	1
G4	Memoria USB	2
G5	Vaso	1
G6	Tetrabrik	2

Como continuación de la Fase 1, los grupos de trabajo desarrollaron diferentes propuestas del producto elegido en la fase anterior, dibujando a mano alzada las diferentes alternativas de rediseño, trazando para ello multitud de bocetos. Tal y como indican Briede-Westermeyer, Cabello-Mora y Hernandis-Ortuño (2014), con un boceto se consigue comunicar y registrar aspectos altamente complejos mediante la simpleza de diferentes trazos. Según Kaplan (2008) el dibujo plasma una idea, la cual a su vez tiene el poder de generar otras nuevas, es por ello que a mayor dominio de este lenguaje se puede lograr una mayor creatividad. El dibujo en su dimensión más amplia, es una competencia fundamental para el desempeño profesional de la mayoría de ámbitos profesionales, por ejemplo, desde la artesanía hasta la ingeniería mecánica, pasando por el arte plástico, la arquitectura o la ingeniería civil (Quintana, 2013). La transversabilidad de la propuesta también tiene que ver con la relación existente entre la práctica del diseño, el arte y la artesanía, en torno a la creatividad humana y las artes visuales (García-Garrido, 2015).

En la Fig. 2 se pueden observar algunos de los bocetos trazados por los grupos de trabajo. Con este procedimiento se consigue favorecer la creatividad del alumnado, dando respuesta así a unas de las competencias y habilidades recogidas en la asignatura de dibujo técnico (Briede-Westermeyer & Hernandis-Ortuño, 2011).

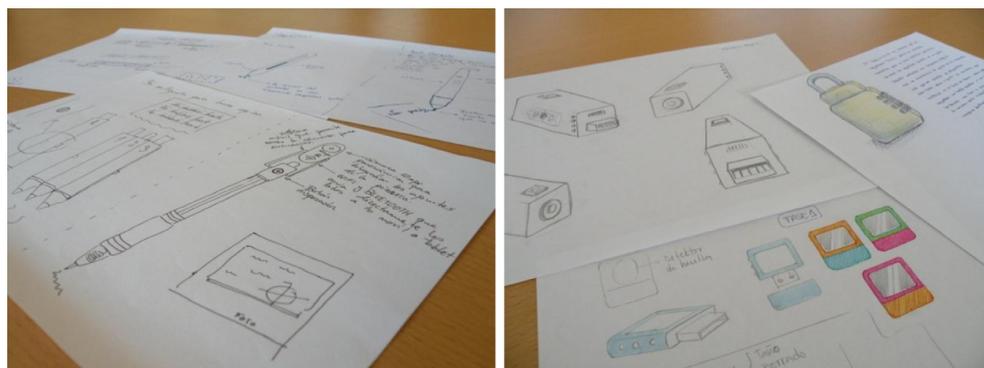


Figura 2. Bocetos realizados por varios de los grupos de trabajo.
(Fuente: Fotografía de los autores).

En esta fase se trabajaron aspectos como la función y la forma (véase Fig. 3), con el objetivo de encontrar soluciones que den respuestas a las restricciones previamente especificadas para el diseño (Dym & Little, 2002). Este grupo en cuestión (rediseño de un vaso) propuso trabajar con formas prácticas y atractivas, utilizando curvas que se obtienen de círculos y circunferencias. Llegando a una propuesta de diseño funcional, para optimizar el espacio donde se almacenan los vasos. Con este enfoque el estudiantado debe adoptar un rol de diseñador, para explorar y descubrir nuevos problemas, lo que puede fomentar el desarrollo de la creatividad (Quintana, Vargas, & Said, 2017). En esta línea, otro de los grupos propuso el rediseño de una raqueta de pádel, para trabajar con la aplicación de trazados básicos como las tangencias. Por último, varios de los grupos decidieron trabajar con los fundamentos de la normalización, mediante la representación de la planta, el alzado y el perfil del rediseño propuesto, así como la realización de los cortes y sesiones necesarios, para finalizar trabajando los principios de la acotación. Además de trabajar el procedimiento de obtención de las proyecciones diédricas del objeto/producto (Sistema Diédrico). Consiguiendo de esta forma una definición gráfica completa del producto a rediseñar (por ejemplo, estuche o memoria de USB). Con estas fases se trabajan los conocimientos básicos del dibujo técnico como eje vertebrador para el diseño de cualquier objeto/producto.

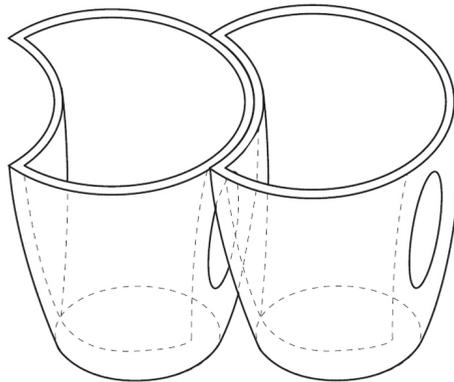


Figura 3. Concepto de función y forma definido por uno de los grupos.
(Fuente: Fotografía de los autores).

Con la Fase 2, se consigue que el alumnado desarrolle la capacidad de determinar la forma tridimensional de un objeto concreto (rediseño de un producto), a partir de su representación gráfica bidimensional así como su procedimiento inverso, esto se relaciona con los sistemas de representación y normalización. En esta fase de detalle, 5 de los 6 grupos decidieron trabajar con software de CAD (véase Fig. 4). Por último, en la Fase 3, se trabajaron conceptos básicos de presentación de producto, utilizando software de gráficos vectoriales (Fig. 5).

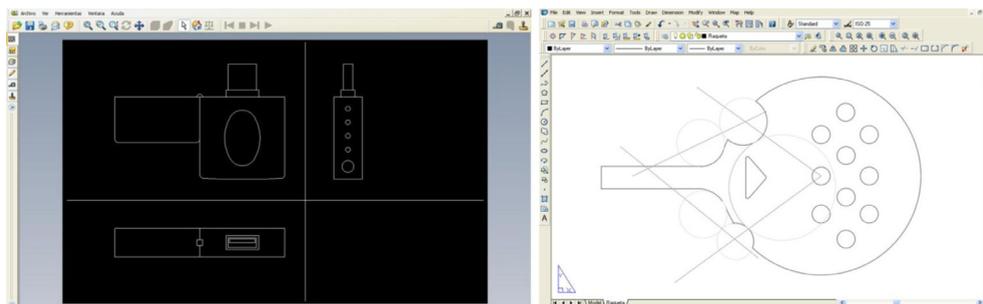


Figura 4. Fase de diseño detallado de varios de los grupos de trabajo utilizando software de CAD. (Fuente: Fotografía de los autores).

Con este enfoque metodológico se pretende brindar al futuro profesorado de la asignatura de dibujo técnico de perspectivas y herramientas alternativas, para que sean creativos en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Ello ayudará según Lifante (2013) a evitar el absentismo, haciendo más agradable la asistencia a las clases y favoreciendo la motivación. Además, al poder trabajar con elementos reales y tangibles (un producto cotidiano), el alumnado comprende con más facilidad, por ejemplo, los fundamentos de los sistemas de representación (Beltrán & Beltrán, 2011). Al final, lo que se está trabajando es el aprendizaje de indagación y el aprendizaje basado en problemas (Bruner, 1961, Sweller, 1988).

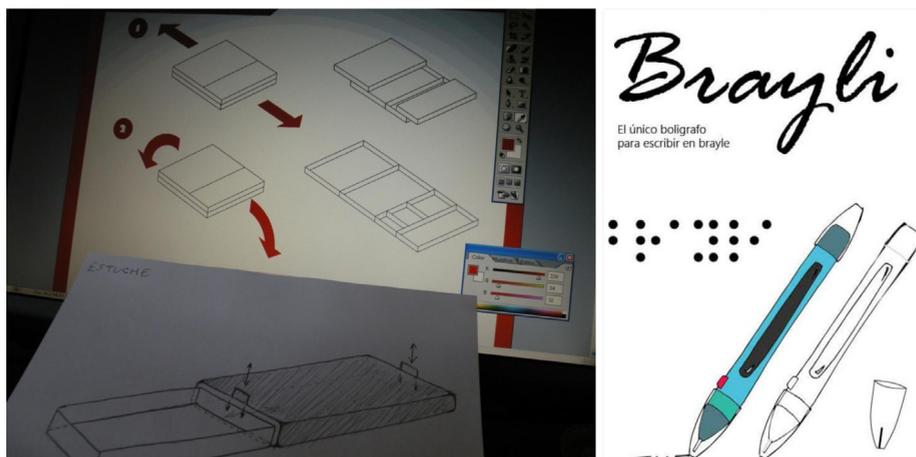


Figura 5. Fase de presentación utilizando software de gráficos vectoriales. (Fuente: Fotografía de los autores).

4.3. Percepción del futuro profesorado

El conjunto de resultados obtenidos en la fase exploratoria de la experiencia, se puede ver en la Fig. 6 y Tabla 4. Con respecto a la dimensión cuantitativa, en primer lugar, para dar respuesta a la Hipótesis 1, en la Fig. 6 se observan los resultados obtenidos

de la aplicación del modelo NPS. Para obtener el índice final que nos servirá de referencia, se ha aplicado la Ecuación 1 (sección 3.1), es decir, se resta el porcentaje de “Profesorado Detractor” al porcentaje de “Profesorado Promotor”. Obteniendo un índice NPS de 47.6 %. El resultado debe estar contenido entre los valores de ± 100 , y cualquier puntuación que se sitúe por encima de 0 se puede considerar como buena, si bien un NPS con una puntuación ≥ 50 % se clasifica como excelente (Reichheld, 2003). En ese sentido el grupo de estudiantes que participaron en esta experiencia, valoraron prácticamente como excelente la utilidad de este enfoque metodológico.

Para dar respuesta a la Hipótesis 2, se puede observar como el grupo de futuros docentes valora muy positivamente la propuesta desarrollada (Tabla 4), con una mediana para todos los ítem de 9. Este dato en términos de calificaciones educativas corresponde a una puntuación de “Sobresaliente”. Los datos mostrados en la Tabla 4 informan estadísticamente sobre la homogeneidad y la poca dispersión de las valoraciones obtenidas.

En relación a la dimensión cualitativa, el instrumento de consulta incluía varias preguntas abiertas, con las que se buscaba validar y/o contrastar los resultados obtenidos del análisis de carácter cuantitativo. Para ello, a continuación se presentan a modo de feedback algunas transcripciones de los comentarios realizados por el grupo de estudiantes en dichas cuestiones, confirmándose que el grupo de participantes valora muy positivamente el enfoque docente propuesto en el seminario-taller.

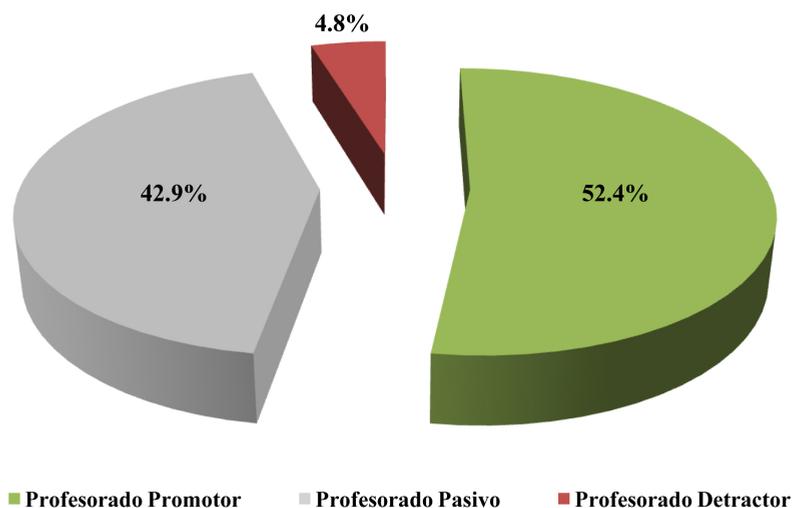


Figura 6. Satisfacción del futuro profesorado según la escala NPS.

(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 4. Resultados de los ítems consultados en relación al desarrollo del seminario-taller.

Ítem	m	μ	σ	CV
1	9	8.76	1.26	14
2	9	8.52	1.50	18
3	9	8.62	1.60	19
4	9	8.86	1.39	16
5	9	8.33	1.68	20
6	9	8.71	1.52	17
7	9	8.95	1.12	12

μ = Media aritmética; σ = Desviación estándar; m = Mediana; CV = Coeficiente de variación (expresado en %) / Calificadores de referencia: (0) Nada - (10) Mucho.

Con respecto a la utilidad de la propuesta para la enseñanza-aprendizaje del dibujo técnico, el grupo de participantes apunta a que “puede funcionar como un aliciente para darle aplicabilidad a los contenidos del currículo”. Por otra parte comentan que “se presenta como una alternativa útil al procedimiento usual de enseñanza”. Si bien los comentarios que más se repitieron fueron los de “puede reflejar lo aprendido de una forma más práctica y creativa” o “es útil para desarrollar la creatividad del alumnado a la vez que adquiere nociones de perspectiva y trabaja su visión espacial”. En los apartados de comentarios abiertos destacan que “las clases han sido muy dinámicas y activas”, además les ha gustado la proyección de aprender que “el dibujo técnico no es aburrido” y que “el dibujo técnico se puede encontrar en todas partes”. También indican que “han disfrutado con los diseños del resto de compañeros y compañeras, compartiendo ideas y trabajando en equipo”.

En resumen, y tomando como base las opiniones trasladadas por el propio grupo de discentes en las cuestiones abiertas que incluía el cuestionario, diferentes estudiantes apuntan positivamente a que:

1. La propuesta es útil para dinamizar las clases tradicionales en el aula de dibujo técnico.
2. El enfoque docente ideado ayuda a desarrollar la creatividad del alumnado.
3. Se consigue amplificar el proceso de enseñanza-aprendizaje, poniendo de relieve la aplicabilidad de la materia en el entorno que nos rodea.

Por último, adicionalmente una limitación a tener en cuenta, ha sido la falta de tiempo para el desarrollo del seminario-taller, indicando que se ha realizado de una forma exprés. Esto ha estado condicionado por la planificación del propio programa del máster. Aunque de forma generalizada el grupo de estudiantes ha valorado de forma muy constructiva el haber podido desarrollar y coparticipar en el seminario-taller.

Tras los resultados y experiencia expuesta en este trabajo, la propuesta que se presenta se puede enmarcar en la ampliación del enfoque educativo STEM (Science, Technology, Engineering and Math) hacia la filosofía del sistema de enseñanza

“STEAM”, donde se incorpora el “Arte” y el “Diseño”, para desarrollar tanto la creatividad como el espíritu innovador. Definido como un enfoque transdisciplinar encaminado a la resolución de problemas, Quiley y Herro (2016) indican que con STEAM se prepara al alumnado a resolver problemas del mundo real a través de la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación efectiva y la colaboración. Este aspecto está en línea con el concepto de “pensamiento creativo” (creative thinking) (Root-Bernstein & Root-Bernstein, 1999). Además, STEAM también puede favorecer al desarrollo de competencias digitales (Chien & Chu, 2017). Si bien, en la literatura científica esta filosofía está emergiendo actualmente, y no existe todavía un marco teórico de referencia.

5. Conclusiones

5.1 Consideraciones finales

La metodología docente propuesta ha tenido una muy buena aceptación por parte del futuro profesorado. Quedando testadas las dos hipótesis de partida, por un lado, tomando como referencia la escala NPS, se ha valorado prácticamente como excelente el enfoque desarrollado en este artículo para la mejora de la práctica docente [Hipótesis 1]. Y por otro, por la puntuación obtenida en todos los ítems planteados sobre al desarrollo de habilidades relacionadas con la creatividad (con un valor medio de 9 puntos sobre 10), como herramientas que promuevan el empoderamiento creativo del alumnado [Hipótesis 2]. En ese sentido, la introducción del proceso de diseño en el aula puede servir como elemento dinamizador para la búsqueda de nuevas perspectivas metodológicas de la enseñanza-aprendizaje del dibujo técnico. Además se ha conseguido aprender, apreciar y poner en práctica el valor interdisciplinar de la materia como vehículo de aprendizaje creativo e investigativo, posibilitando la representación y comunicación gráfica, a nivel básico, de ideas y conceptos. Por otro lado, es interesante apuntar que aunque la experiencia se ha centrado en estudiantes que van a ser futuros profesores y profesoras de dibujo técnico, esta propuesta se puede desarrollar en todas aquellas materias en las que se trabaje con el lenguaje visual, lo que ayudará a fomentar la inquietud y creatividad. Con este enfoque se consigue que el y la estudiante trabaje con las técnicas y métodos tradicionales, permitiéndole además comprender que el dibujo técnico resulta ser un eslabón imprescindible para formalizar o visualizar aquello que se pretende diseñar/re-diseñar o descubrir. De esta forma se consigue complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje basado únicamente en la “reproducción” y “verificación” con un enfoque más orientado a la “proyección” y la “creación”.

5.2. Futuras líneas

A medio plazo, se recomienda realizar experiencias similares a la desarrollada en este trabajo para poner en práctica la propuesta metodológica en diferentes niveles y contextos académicos, teniendo en cuenta que la enseñanza del Dibujo, Diseño y Artes Plásticas abarca las etapas de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), Bachiller, Formación Profesional y Grados Universitarios. A nivel de educación superior, la introducción del “Proceso de Diseño” como un tema a estudiar en las

asignaturas recogidas como materias básicas del módulo de “Expresión Gráfica” (módulo de formación básica en la rama de conocimiento de ingeniería y arquitectura) fue propuesta teóricamente por Autores (González-Yebra, Aguilar & Aguilar, 2019b) como una línea de acción a explorar para promover el desarrollo de competencias de innovación y creatividad entre el alumnado que, posteriormente, podrían verse reflejadas en su futura trayectoria profesional.

Referencias

- Aguayo, F., & Soltero, V.M. (2002). Metodología del diseño industrial: un enfoque desde la ingeniería concurrente. Madrid, España: Ra-Ma.
- Alonso, J. A., Troncoso, J. C., Pérez, M., & González, J. L. (2005). Usabilidad de las herramientas CAD. Consideraciones sobre el uso de los programas de CAD en la docencia del Dibujo Técnico. Trabajo presentado en *De la tradición al futuro: Congreso Internacional Conjunto XVII Ingegraf-XV ADM*, Sevilla, España.
- Ayala Álvarez, F.J., Blázquez-Parra, E.B., & Montes-Tubío, F.P. (2017). Incorporation of 3D ICT elements into class. *Computer Applications in Engineering Education*, 25, 542–549. doi: 10.1002/cae.21802
- Barron F., & Harrington D.M. (1981). Creativity, Intelligence, and Personality. *Annual Review of Psychology*, 32(1), 439-476. doi: 10.1146/annurev.ps.32.020181.002255
- Batchelor, M. R., & Wiebe, E. N. (1995). Teaching three-dimensional computer modeling: Past history and future plans. Work presented at the meeting of the *Engineering Design Graphics Division de la American Society for Engineering Education*, Ames, Iowa.
- Batista-Foguet, J. M., Saris, W., Boyatzis, R., Guillén, L., & Serlavós, R. (2009). Effect of response scale on assessment of emotional intelligence competencies. *Personality and Individual Differences*, 46(5-6), 575-580. doi: 10.1016/j.paid.2008.12.011
- Beltrán Chica, J., & Beltrán Polaina, J. M. (2011). *Sistema diédrico y perspectivas. Método en el espacio real. Simulación en 3D virtual*. Granada, España: Universidad de Granada.
- Booker, P. J. (1979). *A history of engineering drawing*. Bury St Edmonds: Northgate.
- Briede-Westermeyer, J.C., & Hernandis-Ortuño, B. (2011). New Methods in Design Education: The Systemic Methodology and the Use of Sketch in the Conceptual Design Stage. *US-China Education Review*, 8(1), 118-128.
- Briede-Westermeyer, J.C., Cabello-Mora, M., & Hernandis-Ortuño, B. (2014). Modelo de abocetado concurrente para el diseño conceptual de productos industriales. *DYNA. Revista de la Facultad de Minas*, 81(187), 199-208. doi: 10.15446/dyna.v81n187.41068
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review* 31(1), 21-32
- Búrdek, B.E. (2007). *Diseño: Historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- Cabello Pérez, J. Márquez Sierra, F., Pérez Fernández, J.M., & Verdier Alarcón, C. (2009). *Metodología del Diseño Industrial (Una aproximación a los Métodos del Diseño Industrial)*. Málaga, España: Universidad de Málaga.
- Chien, Y.H., & Chu, P.Y. (2017). The different learning outcomes of high school and college students on a 3D-printing STEAM engineering design curriculum. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-18. doi: 10.1007/s10763-017-9832-4
- Cummins, R.A. (1997). *The Directory of Instruments to measure quality of life and cognate areas of study*. (4th Ed.). Melbourne, Australia: Deakin University.

- De la Torre Cantero, J., Saorín, J.L., Carbonell, C., Del Castillo Cossío, M.D., & Contero, M. (2012). Modelado 3d como herramienta educacional para el desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas Artes. *Arte, Individuo y Sociedad*, 24(2) 179-193. doi: 10.5209/rev_ARIS.2012.v24.n2.39025
- Donnelly, R. (2010). Interaction analysis in a 'Learning by Doing' problem-based professional development context. *Computers & Education*, 55, 1357-1366. doi:10.1016/j.compedu.2010.06.010
- Dym, C. L., & Little, P. (2002). El proceso de diseño en ingeniería: como desarrollar soluciones efectivas. Ciudad de México, México: Limusa-Wiley.
- Fischbein, E. (1987). *Intuition in Science and Mathematics: an educational approach*. Dordrecht, Netherlands: Reidel.
- Gagel, C. W. (1997). Literacy and technology: Reflections and insights for technological literacy. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), 6-34.
- Sebastián García-Garrido (2015). *Diseñar para una era humanista. Innovación transversal entre Arte, Diseño y Artesanado*. Madrid, España: Editorial IED.
- Gemser, G., de Bont, C., Hekkert, P., & Friedman, K. (2012). Quality perceptions of design journals: The design scholars' perspective. *Design Studies*, 33(1), 4-23. doi: 10.1016/j.destud.2011.09.001
- González-Yebra, Ó., Aguilar, M. A., & Aguilar, F. J. (2019a). A first approach to the design component in the agri-food industry of southern Spain. *Rev. FCA UNCUIYO*, 51(1), 125-146.
- González-Yebra, Ó., Aguilar, M. A., & Aguilar, F. J. (2019b). Is the Design a Vector to be Considered in the Agri-food Industry? An Interprofessional Analysis in Andalusia (Spain). En Cavas-Martínez, F., Eynard, B., Fernández Cañavate, F., Fernández-Pacheco, D., Morer, P., Nigrelli, V. (Eds.), *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing II. Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 610-621). Cham, Suiza: Springer International Publishing AG. doi: 10.1007/978-3-030-12346-8_59
- Gonzato, M., Fernández Blanco, T., & Díaz Godino, J. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 99-117.
- Henry, K. (2012). *Dibujo para diseñadores de producto. De la idea al papel*. Barcelona, España: Promopress.
- Herrera Fernández, E. (1995). Orientación del Diseño en la enseñanza universitaria. *Arte y/o Ciencia. Arte, Individuo y Sociedad*, 7, 31-40.
- Hertenstein, J. H., Platt, M. B., & Verryzer, R. W. (2013). What Is "Good Design"? An Investigation of the Complexity and Structure of Design. *Design Management Journal*, 8(1), 8-21. doi: 10.1111/dmj.12000
- Kaplan Frost, O. (2008). El dibujo en el proceso proyectual. *Reflexión Académica en Diseño y Comunicación*, 9, 210-212.
- Knowles, M.P., & Suh, S. (2005). Performance systems analysis: Learning by Doing. *Performance Improvement*, 44(4), 35-42.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267-277. doi: 10.1177/1365480216659733
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2004). *A Handbook for Teacher Research: From design to implementation*. Maidenhead, UK: Open University Press.
- Lifante Gil, Y. (2013). *Ingenieros Creativos*. Valencia, España: Editorial Alfa Delta Digital.
- Maldonado, T. (1977). *El diseño industrial reconsiderado*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

- McLaren, S.V. (2008). Exploring perceptions and attitudes towards teaching and learning manual technical drawing in a digital age. *International Journal of Technology and Design Education*, 18, 167-188. doi: 10.1007/s10798-006-9020-2
- Menchén, F. (2001). *Descubrir la creatividad. Desaprender para volver a aprender*. Madrid, España: Ediciones Pirámide.
- Monreal, C. (2000). *Qué es la creatividad*. Madrid, España: Editorial Biblioteca Nueva.
- Munari, B. (1983). *¿Cómo nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- Navarro, R., Saorín, J. L., Contero, M., & Conesa, J. (2004). El dibujo del croquis y la visión espacial: su aprendizaje y valoración en la formación del ingeniero a través de las nuevas tecnologías. Trabajo presentado en *XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET)*, Barcelona, España.
- Nixon, B. (1999). Evaluating Design Performance. *International Journal of Technology Management*, 17(7/8), 814-829. doi: 10.1504/IJTM.1999.002750
- Orden ECI/3858/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de las profesiones de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 29 de diciembre de 2007, núm. 312, pp. 53751-53753. Recuperado de: <https://bit.ly/2IjOjlp>
- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía. *Boletín oficial de la Junta de Andalucía*. Andalucía, 29 de julio de 2018, núm. 145, pp. 260-265. Recuperado de: <https://bit.ly/2D9gIrQ>
- Pérez Carrión, T., Serrano Cardona, M., Díaz, M. C., Tomás Jover, R., & Sentana, E. (2002). El desarrollo de la percepción espacial en la formación de los alumnos de estudios técnicos universitarios. Trabajo presentado en *XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*, Santander, España.
- Quigley, C. F., & Herro, D. (2016). "Finding the joy in the unknown": implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426. doi: 10.1007/s10956-016-9602-z
- Quintana Guerrero, B. (2013). Dibujo a mano alzada en estudiantes universitarios: diagnóstico y conceptualización para sus ambientes de aprendizaje. *Actas de Diseño*, 15, 41-45.
- Quintana, M., Vargas, S., & Said, W. (2017). La creatividad en el diseño: componentes sistémicos. ¿Más codiseño, menos enseñanza? *Arte, individuo y sociedad*, 29(3), 445-462. doi: 10.5209/ARIS.55261
- Real Academia Española. (2014). Diseño. En *Diccionario de la lengua española* (23ª ed.). Recuperado de: <https://dle.rae.es/?id=DuKP0H9>
- Reichheld, F. (2003). The One Number You Need to Grow. *Harvard Business Review*, 81, 46-54.
- Richard Bernabeu, Rafael, (2007). *Métodos y estrategias educativas para la enseñanza de los elementos básicos del sistema diédrico en la enseñanza secundaria* (Tesis Doctoral). Facultad de Bellas Artes, Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Rojas-Sola, J.I., Fernández-Sora, A., Serrano-Tierz, A., & Hernández-Díaz, D. (2011). Una revisión histórica: desde el dibujo en ingeniería hacia la ingeniería del diseño. *DYNA. Revista de la Facultad de Minas*, 78(167), 17-26.
- Root-Bernstein, R.S., & Root-Bernstein, M.M. (1999). *Sparks of Genius, The Thirteen Thinking Tools of the World's Most Creative People*. New York: Houghton Mifflin.

- Rubio García, R., Gallego Santos, R., Suárez Quirós, J., & Álvarez Peñín, P.I. (2005). Present state of CAD teaching in Spanish Universities. *Computers & Education* 44(3), 201-215. doi: 10.1016/j.compedu.2003.09.003
- Smith, J.K., & Smith, L.F. (2010). Educational creativity. En J.C. Kaufman, & R.J. Sternberg (Eds.). *The Cambridge handbook of creativity* (pp. 250-264). New York, NY: Cambridge University Press.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(1), 257-285. doi: 10.1016/0364-0213(88)90023-7.
- Walsh, V. (1996). Design, Innovation and the Boundaries of the Firm. *Research Policy*, 25(4), 509-529. doi: 10.1016/0048-7333(95)00847-0

Agradecimientos

Este artículo es fruto de la línea de investigación “*Nuevas metodologías (alternativas) para la enseñanza-aprendizaje del diseño/dibujo técnico*”, que ha sido posible gracias a un contrato de formación docente e investigadora (primer autor) del “Plan Propio de Investigación” de la Universidad de Almería, y al apoyo recibido por parte del Centro de Postgrado y Formación Continua. Asimismo, se hace imprescindible hacer mención con un sincero agradecimiento al alumnado del Máster en Profesorado de Educación Secundaria (curso académico 2017/18) que ha participado en esta experiencia, por su buena acogida, ilusión y tiempo. Sin su colaboración este trabajo no hubiera sido posible.