

Clasificación de las necesidades de conocimiento de los diseñadores para el desarrollo de sistemas KBE para PYMEs.

Lozano R ⁽¹⁾, **De los Reyes E** ⁽¹⁾, **Vidal R** ⁽²⁾

1. Instituto de la Gestión de la Innovación y del Conocimiento INGENIO (UPV-CSIC)

Grupo de Gestión del Conocimiento

2. Universidad Jaime I de Castellón

Grupo de investigación de Ingeniería del Diseño

Escuela de Tecnología y Ciencias Experimentales.

Resumen

Este documento describe una revisión bibliográfica de las clasificaciones del conocimiento en diseño y propone una clasificación de las necesidades de conocimiento de los diseñadores, con el objetivo utilizarlas en la elaboración de una taxonomía de la base de conocimientos necesarios para el desarrollo de sistemas KBE acordes a las necesidades de las PYMEs, a nivel estratégico (corporativo) organizativo (táctico) y proyectual (operativo).

La propuesta está fundamentada en la combinación de las clasificaciones teóricas de Nonaka y Takeuchi (1995), Hubka y Eder (1997) y Marsh (1997) y es resuelta empíricamente, mediante la reflexión con base en una serie de preguntas básicas que se hace el diseñador cuando se enfrenta a un problema de diseño en el trabajo diario de diseñar y desarrollar el producto.

Las necesidades de conocimiento de los diseñadores se han agrupado en cuatro categorías:

- * Proceso de diseño
- * Producto
- * Proceso de producción
- * Entorno y recursos

Los beneficios y aplicaciones potenciales de este trabajo son:

- * Facilitar el diseño y desarrollo de nuevos sistemas KBE bien adaptados a su ámbito de uso, en el sentido que puedan satisfacer todas las necesidades de conocimiento.
- * Servir como base para desarrollar módulos complementarios a los sistemas CAD que asistan y faciliten la gestión del conocimiento durante el proceso de diseño.

Palabras claves: *clasificación del conocimiento, conocimiento en diseño, KBE, desarrollo de nuevos productos, diseño de producto*

1. Introducción

Los diseñadores al desarrollar su trabajo, combinan con mucha frecuencia de forma compleja y conflictiva diferentes conocimientos y habilidades en distintas áreas para armonizar los objetivos, no siempre concurrentes tales como: la estética, la facilidad de fabricación, la funcionalidad, y otros requerimientos del producto.

Por lo tanto, las empresas reconocen la necesidad e importancia de capturar, almacenar, transformar, y reutilizar el conocimiento de sus diseñadores e ingenieros, para optimizar el proceso de diseño y desarrollo de sus nuevos productos. Para ello, la ingeniería del conocimiento KE (Knowledge Engineering) y la industria del software han desarrollado tecnologías y herramientas basadas en el conocimiento, entre ellos los llamados sistemas KBE (Knowledge Based Engineering), que han demostrado ventajas en la reducción de tiempo y costes, además de aumentar la calidad tanto en los procesos de diseño y fabricación, como directamente en los productos. Estos sistemas también han demostrado su efectividad a lo largo del ciclo de vida del producto, en industrias como la aeronáutica y la automoción. Sin embargo, en los entornos de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs), su aplicación

e implantación es aún incipiente y poco adaptada por diferentes factores que exponemos más adelante. Esto supone realizar mayores esfuerzos en investigación que potencien el desarrollo, la funcionalidad y adaptabilidad de estos sistemas a dichos entornos, ya que se prevé que los KBE tendrán en el 2010, la misma importancia y trascendencia que los sistemas CAD/CAM/CAE tuvieron en los años 90. Howard (1998).

Los aspectos más importantes en el desarrollo de los sistemas KBE son los relacionados con la base de conocimientos que manejan dichos sistemas, y las necesidades de conocimiento de los diseñadores en el proceso de diseño. Por tal motivo se hace necesaria la identificación y clasificación del conocimiento que se utiliza, para lograr la automatización de tareas rutinarias y no rutinarias en el proceso de diseño mediante estas herramientas.

Sí bien es cierto que las herramientas KBE combinan e integran con los sistemas CAD, la configuración del producto y el conocimiento en ingeniería, aún escapa a éstos, la captura y reutilización de bastantes de los conocimientos utilizados por los equipos involucrados en la gestión, el diseño y desarrollo de nuevos productos en las diferentes fases del ciclo de vida del producto.

Sin entrar en la problemática de la integración del diseño en las PYMEs como estrategia competitiva, las que optan por el diseño, no acceden a los sistemas KBE generalmente por desconocimiento, por el sobredimensionamiento que tienen algunas de las herramientas ofertadas en el mercado, con el consiguiente alto coste de sus licencias y la necesidad de contratar personal altamente cualificado para las labores de diseño o invertir en su formación.

Otro de los aspectos que consideramos de vital importancia en esta problemática es que las herramientas KBE aún no han alcanzado su máximo potencial en la resolución de los problemas de diseño, especialmente dentro de la fase de diseño conceptual, en aspectos, tales como, la asistencia de los procesos creativos y la toma de decisiones. Consideramos igualmente que aún hace falta mayor desarrollo en estos sistemas para asistir a los diseñadores en tareas rutinarias, tales como, la búsqueda de información, recuperación, cálculos, rediseño, etc.

El propósito de este estudio es identificar y clasificar las necesidades de conocimiento de los diseñadores, con el objetivo utilizarlas en elaboración de una taxonomía de la base de conocimientos necesarios para el desarrollo de sistemas KBE acordes a las necesidades de las PYMEs, a nivel estratégico (corporativo) organizativo (táctico) y proyectual (operativo).

En este artículo exponemos una clasificación de las necesidades de conocimiento de los diseñadores, desarrollada de forma empírica y basada en una revisión bibliográfica. Este artículo está compuesto por : la *sección 1* que es la introducción al tema, la *sección 2* en la cual exponemos la metodología que hemos seguido, la *sección 3* que comprende los antecedentes de nuestro estudio, la *sección 4* en la cual enunciamos nuestra propuesta, la *sección 5* nuestra discusión, y la *sección 6* presenta las conclusiones más importantes del estudio.

2. Metodología

El estudio se dividió en tres fases;

2.1. Revisión de la literatura: Búsqueda bibliográfica, lectura y análisis básico de acuerdo con las pretensiones del estudio para la obtención de la nueva clasificación.

2.2. Análisis y Desarrollo: Análisis empírico y descriptivo del proceso de diseño, a partir de una serie de interrogantes que realiza el diseñador durante la práctica del ejercicio de diseño y desarrollo de un producto, éste se compara con las diferentes clasificaciones existentes en la literatura buscando establecer criterios comunes de nuestra clasificación y tratando de establecer e identificar el mayor número de necesidades de conocimiento de los diseñadores en el proceso de diseño, no solo mediante las clasificaciones existentes, sino observando necesidades del proceso que en determinados estudios se dan por superadas u obvias. Lo hemos planteado así por que consideramos que al realizar una clasificación que no descuide ninguno de los factores que intervienen, la propuesta de la taxonomía en el desarrollo de un KBE puede contener mayor número de prestaciones, y preferentemente ha de ser mejor adaptada tanto a usuarios, como a las PYMEs.

2.3. La propuesta de clasificación: Nuestra clasificación de las necesidades de conocimiento de los diseñadores las desarrollamos en cuatro categorías que involucran en un sentido amplio el modelo y las metodologías de diseño utilizadas por los diseñadores a través de una serie de continuos cuestionamientos.

3. Antecedentes

En la literatura se encuentran autores como Eder (1989), Vicenti (1990), Pugh (1991), Ullman (1992), Bayazit (1993), Nonaka y Takeuchi (1995), Hubka y Eder (1997), Cantamessa (1997), Meerkamm (1997), Scott (1996), Marsh (1997), Rodgers (1998), Ahmed (2000), entre otros, interesados en el estudio del conocimiento en el proceso de diseño.

Ken Wallace a partir de 1980 presenta innumerables aportaciones que lo convierten en uno de los principales eruditos en el tema, con trabajos realizados con autores como Ullman, Nowack, Pahl, Chakrabarti, Marsh, Rodgers, Ahmed, trabajando en el Cambridge Engineering Design Centre, donde lidera de manera notable, una de las líneas más relevantes e importantes de investigación dedicada a la “gestión del conocimiento en el proceso de diseño”.

Los temas relevantes de su línea de investigación son: la búsqueda, adquisición, indexación, estructuración, almacenamiento, evaluación, utilización y reutilización del conocimiento y la experiencia en diseño.

Sin embargo a pesar de los avances en el área, aún se detecta que existe un vacío en cuanto a investigación, estudios, y documentación que identifiquen mejor, qué, cuando, cómo, donde y por qué; emplean y aplican los diseñadores el conjunto de conocimientos, durante las etapas del proceso de diseño.

3.1. Estudios previos

Existen clasificaciones desde varias perspectivas del conocimiento en el proceso de diseño, estas clasificaciones nos sirven como punto de partida para una clasificación propia, que permite abordar el desarrollo de una taxonomía de conocimientos aplicables al diseño de un sistema KBE para las PYMES.

Cantamessa y Meerkamm (1997) proponen que las necesidades de conocimiento de los diseñadores se agrupan en cuatro aspectos claves: coste, tiempo, calidad y entorno, A pesar de su indudable importancia, esta clasificación aplicada a nuestros objetivos es poco productiva para desarrollar la taxonomía de un sistema KBE que asista el proceso de diseño, ya que estos aspectos son prioritarios y deben estar implícitos en todas las tareas dentro de la actividad de diseñar.

Vicenti (1990), Nonaka y Takeuchi (1995), Scott (1996), Hubka y Eder (1997), Rophol (1997), y Marsh (1997) por su parte proponen clasificaciones directamente relacionadas con las metodologías y los modelos del proceso de diseño.

Por su parte Eder (1989), y Nonaka (1991) clasifican el conocimiento por su dimensiones epistemológicas, el primero en descriptivo y prescriptivo, y el segundo en tácito y explícito, que son clasificaciones muy importantes cuando pretendemos gestionar el conocimiento de diseño mediante un sistema KBE.

Rodgers y Clarkson (1998) con base en la propuesta de Nowack (1997) presentan los diferentes tipos de conocimientos de los diseñadores de una manera más acorde para el desarrollo de los sistemas informáticos mediante reglas y leyes que son representables en lenguajes de programación.

En la tabla 1. se resume las diferentes clasificaciones y necesidades de conocimiento en el proceso de diseño encontradas en la revisión bibliográfica. Cada uno de estos estudios apoyan y fundamentan los objetivos que perseguimos en nuestra investigación, porque aportan diferentes perspectivas desde las cuales podemos aumentar la potencialidad de un sistema KBE. De igual manera consideramos que nuestra propuesta de clasificación está directamente relacionada con las metodologías y modelos del proceso de diseño, porque identifican los interrogantes diarios, que resuelven los diseñadores en su trabajo cotidiano.

Tabla 1. Clasificación bibliográfica del conocimiento en diseño.

Autor	Clasificación
Eder (1989)	Prescriptivo Descriptivo
Vicenti (1990)	Conceptos fundamentales de diseño Criterios y especificaciones Herramientas teóricas Datos cuantitativos Consideraciones prácticas Instrumentos de diseño Entendimiento socio técnico Conocimientos en diseño colaborativo
Nonaka (1991)	Tácito - Explícito En los procesos de: <i>Socialización, externalización, combinación e internalización.</i>
Kuffner y Ullman (1991)	Construcción Locación Operación Propósito
Ullman (1992)	Conocimiento general Conocimiento de dominio específico Conocimiento de procedimiento
Bayazit (1993)	Conocimiento normativo Conocimiento declarativo Conocimiento de procedimiento Conocimiento en diseño colaborativo
Nonaka y Takeuchi (1995)	Conocimiento del producto Conocimiento del proceso
Scott (1996)	Conocimientos Pre Diseño del producto Lecciones aprendidas Historia de proyectos Enlaces con expertos Necesidades del usuario Conocimiento de la competencia Inteligencia de mercado Conocimientos del diseño del producto Diseño racional del producto Diseño racional del proceso Causa de los problemas y fallos en el test del producto Conocimientos Post Diseño del producto Fabricación Test del producto Causas para cambios en ingeniería
Hubka y Eder (1997)	Conocimientos del proceso de diseño Conocimiento del objeto de diseño
Ropohl (1997)	Reglas estructurales Leyes técnicas Reglas funcionales Conocimiento técnico “Saber Cómo” Entendimiento socio técnico
Marsh (1997)	Producto Procesos Recursos
Cantamessa y Meerkamm (1997)	Costo Entorno Tiempo

	Calidad
Rodgers y Clarkson (1998)	Tácito Explícito Operativo Sustantivo Heurístico Algorítmico Profundo Poco profundo
Orlikowski (2000)	Conocimientos de la organización Conocimiento de las jugadas en el juego Conocimiento como, coordinar tiempo y espacio Conocimiento de cómo desarrollar capacidades Conocimiento de cómo innovar
Albino (2001)	Intuitivo Tácito Cualitativo Cuantitativo Científico
Rajagopalan y Subramani (2002)	Agentes Acciones Agencia Contexto Propósito Lecciones para el futuro

3.2. El modelo del proceso de diseño en las PYMEs

Entendemos que para lograr un modelo generalizado del proceso de diseño en las PYMEs, deberíamos ante todo establecer un escenario con empresas preferentemente de un mismo sector, que nos acerquen a la realidad de la práctica diaria del diseño y así identificar actores, roles, y procesos, al igual que los tipos de relaciones y conocimientos que se emplean.

Sin embargo para este primer estudio nos apoyamos en el hecho de que el proceso de diseño en las PYMEs está bastante condicionado por los conocimientos adquiridos durante la formación de los diseñadores y la forma particular de hacer las cosas en cada empresa. Usualmente las PYMEs, no forman y capacitan a sus diseñadores ya que sus equipos de diseño son generalmente reducidos, otra de las razones es que en gran número de casos se contratan delineantes que con el tiempo, se convierten en diseñadores mediante la experiencia y el conocimiento adquirido dentro de la empresa. Por lo tanto consideramos que los diseñadores formados en la academia y que trabajan en las PYMEs tienen sus fundamentos teóricos en los modelos clásicos del proceso de diseño como los de Asimow (1962), French (1971), Pahl y Beitz (1996), los cuales describen el proceso de diseño en fases, referidas a estados del desarrollo del producto.

En la Figura 1. Adaptamos un modelo del proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos extendido al ciclo de vida del producto. Basados inicialmente en el modelo del proceso de diseño de Pahl y Beitz (1996) y en el modelo de Asimow (1962), y adaptando el modelo de innovación de Kline (1986), con el objetivo de dar mayor cobertura y utilidad para realizar nuestra propuesta de clasificación. El propósito es innovar en el planteamiento de un sistema KBE de manera que involucre aspectos esenciales de gestión, de diseño y desarrollo de productos en el entorno PYME.

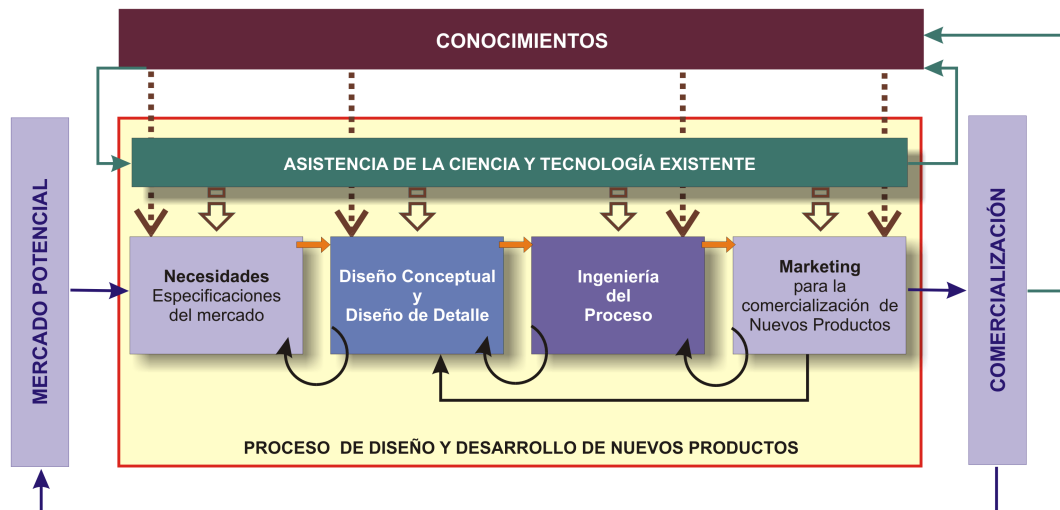


Figura 1. Adaptación propia del modelo de innovación de Kline (1986) al modelo del proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos extendido al ciclo de vida del producto.

3.3 Las necesidades de información en las PYMEs

En el estudio “ Information needs of SMEs” de Blesing y Parker (2000) se detecto en 21 PYMEs del Reino Unido los siguientes resultados:

Tabla 2. Tópicos mas frecuentemente mencionados a cerca de las necesidades de información y porcentajes de las compañías que mencionan esos tópicos. Tomado de “ Information needs of SMEs” de Blesing y Parker (2000)

Tópicos	% de Necesidades de información (n=562)	% de Compañías (n=21)
Generación de diseños	11%	86%
Legislación, directiva, y estándares.	7%	71%
Nuevos procesos y técnicas de manufactura	6%	62%
Recursos subcontratados	6%	71%
Análisis y Evaluación de diseños	5%	76%
Tendencias del mercado	5%	71%

La tabla anterior muestra la importancia de las necesidades de información y asistencia en las labores de diseño en el desarrollo de nuevos productos en PYMEs del Reino Unido, encontradas y mencionadas por el estudio de Blesing y Parker (2000). Sin embargo, nuestra hipótesis en el entorno Español es que las PYMEs y los diseñadores pueden tener necesidades diferentes de información y de conocimientos en el ámbito del diseño debido a las diferencias sociales y culturales.

Los resultados de estos estudios ratifican la necesidad de seguir investigando en el desarrollo de herramientas que asistan de mejor manera las necesidades de los diseñadores .

4. La propuesta

El diseño requiere la asimilación y la aplicación de diferentes tipos de conocimientos, que al ser analizados de manera amplia para ser clasificados, resulta compleja dicha clasificación. Por tal razón hemos combinado como base teórica de nuestra propuesta, las clarificaciones de Nonaka y Takeuchi (1995), Hubka y Eder (1997) y Marsh (1997) para contrastarla empíricamente con la práctica a través de la reflexión, basada en una serie de preguntas básicas que se hace el diseñador cuando se enfrenta a un problema de diseño en el trabajo diario de diseñar y desarrollar el producto.

De acuerdo con la combinación de las clasificaciones enunciadas anteriormente, en nuestro estudio podemos distinguir y clasificar las necesidades de conocimiento y especificarlas en cuatro categorías (ver figura 2), susceptibles de ser descompuestas en otros tipos o clasificaciones.

- ? **Conocimientos del proceso de diseño:**
Son los conocimientos directamente derivados de la actividad de diseñar.
- ? **Conocimientos del producto:**
Son los conocimientos generados directamente del objeto a diseñar.
- ? **Conocimiento de los procesos de fabricación:**
Son los conocimientos que permiten establecer los medios y métodos para hacer realidad el objeto diseñado.
- ? **Conocimientos del entorno y de los recursos:**
Son los conocimientos que establecen la disponibilidad y la factibilidad de los medios para hacer realidad el producto y sus relaciones con el entorno.



Figura 2. Clasificación propuesta de las categorías de conocimiento en diseño.

Se pretende que la clasificación propuesta en este documento amplíe notablemente el rango de conocimientos y criterios para ser aplicados luego en el desarrollo de métodos o herramientas que contribuyan a la gestión del conocimiento en el proceso de diseño.

En la tabla 3 comparamos las categorías propuestas de nuestra clasificación, con los diferentes interrogantes que se plantea el diseñador cuando desarrolla un proyecto de diseño en su trabajo diario y cotidiano, en la tercera columna a su vez identificamos las diferentes necesidades de conocimiento propias de cada categoría e intentamos aunar criterios y clasificaciones encontradas en la literatura.

Tabla 3. Categorías, Interrogantes del diseñador y necesidades de conocimiento

<i>Categoría</i>	<i>Interrogantes del diseñador</i>	<i>Necesidades</i>
<i>Necesidades de conocimiento del proceso de Diseño</i>	¿Cómo se diseña ? ¿Qué métodos debo aplicar? ¿Cómo tomar decisiones? ¿Cómo se trabaja en diseño? ¿Qué herramientas utilizar y cuando? ¿Qué conceptos aplicar? ¿Cómo comunicar los conceptos en la forma? ¿Cómo se lee el diseño? ¿Qué operaciones matemáticas tengo que aplicar? ¿Qué experiencias anteriores puedo aplicar?	Búsqueda de información Métodos para proyectar Conceptos fundamentales del diseño Conceptos de gestión Fundamentos Teóricos Herramientas e instrumentos Diseño Colaborativo Diseño para X (DFX) Comunicación

	¿Qué información necesito, donde la encuentro, cómo la evalúo, cómo la almaceno y cuando hago uso ?	
<i>Necesidades de conocimiento del producto</i>	¿Qué se va a diseñar? ¿Por qué se va a diseñar? ¿Quien lo compra / utiliza? ¿Cómo debe ser el producto? ¿Cuáles son las funciones? ¿Cómo funciona? ¿Como se usa? ¿Cómo se hace? ¿Cuanto cuesta? ¿Cuál es el ciclo de vida? ¿qué categoría genérica tiene? ¿qué relación tiene con otros productos de la empresa?	Normativa Especificaciones y requerimientos Estructura Funciones del conjunto Funciones de subconjuntos y piezas Pragmáticas Comunicación Simbólicas Estético formales Morfología (geometría, topología) Composición y estructura Semiología Uso Mercado Costes Calidad Tiempos
<i>Necesidades de conocimiento del proceso de fabricación del producto</i>	¿Cuáles son los medios y métodos para la producción del producto? ¿Cómo se hace?	Modo de producción Procesos productivos Maquinaria y herramientas Equipo Mano de obra Normalización Estandarización Prefabricación Organización de planta Líneas o secuencias de producción Materiales Empaque Embalaje Costes Calidad Tiempos
<i>Necesidades de conocimientos del entorno y los recursos</i>	¿cuáles son las expectativas de la empresa? ¿con que recursos cuenta la empresa dentro y fuera? ¿De que plazos se dispone ? ¿cuáles son los proveedores ? ¿Cómo se venderá el producto? ¿En que sitios se venderá y como se harán llegar los productos? ¿Cómo se tratarán los residuos de la fabricación? ¿Con que departamentos y con que medios se cuenta para la comunicación? ¿En que entorno socio cultural se crea, se vende, se utiliza, y se desecha el producto?	<i>Internos</i> Ámbito de la empresa Límites –oportunidades tecnológicas <i>Externos</i> Tendencias, mercado, sector Aspectos comerciales Aspectos de distribución Aspectos Industriales Aspectos de comunicación Las características de los mercados El conocimiento de la competencia La tecnología disponible Cadena de suministros

En la clasificación propuesta, las necesidades son entendidas como correlacionadas en el proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos y pueden aparecer criterios o necesidades repetidas en cualquiera de las categorías.

En la figura 3 se enuncian las categorías propuestas de conocimiento en diseño con los diferentes tipos de necesidades propias de cada categoría, Sin embargo somos conscientes que las necesidades en este gráfico ilustradas corresponden a grupos y aspectos genéricos que se pueden ampliar de acuerdo al avance de nuestra investigación.

NECESIDADES DE CONOCIMIENTO DE LOS DISEÑADORES DE PRODUCTOS

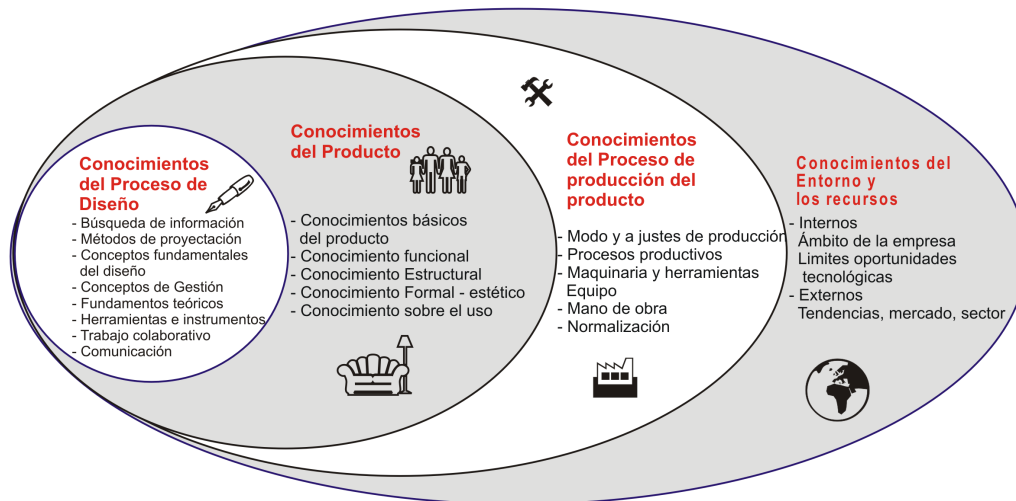


Figura 3. Clasificación de las necesidades de conocimiento.

5. Discusión

Con el fin de soportar nuestra clasificación, en la tabla 4. realizamos un estudio comparativo de las cuatro categorías propuestas, con algunas de las clasificaciones revisadas en la bibliografía, más acordes al objetivo inicial de nuestra investigación.

La clasificación en las categorías señaladas, permiten abordar desde el concepto de ciclo de vida del producto, de manera más amplia los conocimientos manejados en el diseño de un producto partiendo desde las necesidades de conocimiento propias de la labor de diseñar, y expandiéndose hacia el producto, los procesos de fabricación, el entorno y los recursos, sin embargo estas categorías y necesidades deben ser subdivididas, en elementos más profundos y específicos, que puedan ser modelados y representados para el desarrollo de herramientas KBE más flexibles y completas para las PYMEs.

Un aspecto que debe ser estudiado a profundidad es que el conocimiento del diseñador en el proceso de diseño y desarrollo de un producto es cambiante, por lo tanto la clasificación aplicada al desarrollo de nuevos KBE debería ayudar a organizar y representar ese conocimiento con cierta flexibilidad.

Si se observa desde la perspectiva de la forma del conocimiento, “tácito o explícito”, y “profundo o poco profundo”, durante el inicio de un nuevo proyecto el conocimiento del diseñador puede ser poco profundo, pero al mismo tiempo puede existir conocimiento bastante explícito y profundo sobre esta problemática en el entorno, ya sea, en manuales de la empresa, protocolos de otros diseñadores de la misma empresa o en otras fuentes. Según diversos estudios, en la fase de búsqueda y análisis de la información es donde se consume más tiempo del desarrollo de un nuevo producto, para la síntesis y la toma de decisiones, a medida que el proyecto avanza, el diseñador pasa de un conocimiento poco profundo a un conocimiento profundo pero igualmente la combinación de su aprendizaje, experiencias e intuición generan un conocimiento tácito en el diseñador. Es aquí donde los sistemas KBE tienen el reto de actuar y convertir ese conocimiento tácito en explícito para ser reutilizable por cualquier diseñador de la empresa. Luego cuando ese conocimiento es válido debe ser susceptible de ser aplicado, y reutilizado.

Tabla 4. Análisis comparativo de la propuesta de la clasificación de las categorías de conocimiento con otros autores.

Análisis comparativo de diferentes autores con la categorías Propuestas				
	C. del Proceso de Diseño	C. del Producto	C. de los Procesos de Fabricación	C.del Entorno y de los Recursos
Autores				
Vicenti (1990)	Conceptos fundamentales de diseño Herramientas teóricas Datos cuantitativos Consideraciones prácticas	Criterios y especificaciones Datos cuantitativos Consideraciones prácticas	Criterios y especificaciones Consideraciones prácticas	Entendimiento Socio técnico
Nonaka y Takeuchi (1995)		Conocimientos del producto	Conocimientos del proceso	
Scott (1996)*	<i>Conocimientos pre diseño</i> Lecciones aprendidas	<i>Conocimientos pre diseño</i> Historia de proyectos Necesidades del usuario Conoc. De la competencia	<i>Conocimientos pre diseño</i> Historia de proyectos	<i>Conocimientos pre diseño</i> Enlaces con expertos Conocimiento de la competencia Inteligencia de mercado
	<i>Conocimientos del diseño del producto</i> Diseño racional	<i>Conocimientos del diseño del producto</i> Diseño racional problemas y fallos del producto	<i>Conocimientos del diseño del producto</i> Diseño racional problemas y fallos del proceso Diseño racional del proceso	
		<i>Conocimientos post diseño</i> Test del producto	<i>Conocimientos post diseño</i> Fabricación Cambios en ingeniería	
Hubka y Eder (1997)	Conocimientos del proceso de diseño	Conocimientos del objeto de diseño		
Rophol (1997)	Conocimiento técnico del "Saber cómo"	Reglas estructurales leyes técnicas Reglas funcionales Conocimiento técnico del "Saber cómo"	Leyes técnicas Conocimiento técnico del "Saber cómo"	
Marsh (1997)		Conocimientos del producto	Conocimientos de los procesos	conocimientos de los recursos

* Scott (1996) Enuncia subdivisiones en pre - durante - post diseño

6. Conclusiones

La razón básica y principal que motiva este estudio es la necesidad de optimizar y buscar mejores prestaciones en las herramientas KBE que asistan el proceso de diseño en las PYMEs con la ayuda de la gestión del conocimiento.

Nuestra investigación, partiendo del estado del arte en la clasificación y utilización del conocimiento en diseño intenta abordar de manera más amplia la problemática de las necesidades del conocimiento de los diseñadores en las PYMEs, comprobando que existen espacios donde progresar.

Por lo tanto nuestro estudio que se encuentra en una fase inicial buscará en el siguiente nivel identificar las subdivisiones de cada una de las categorías, con el objetivo de encontrar tipologías representables en la taxonomía de un sistema KBE orientado a las PYMEs de una manera funcional (en términos de lo que se hace), y estructural (propiedades y relaciones) del conocimiento de los diseñadores.

7. Agradecimientos

La investigación forma parte de los proyectos DPI2002-04357-C03-01 del Ministerio de Ciencia y Tecnología con la co-financiación de fondos FEDER y “Modelado y gestión de conocimientos para la ayuda al diseño de productos en la pequeñas y medianas empresa” de la fundación Caixa de Castelló Bancaixa – Universitat Jaume I.

Los autores agradecen el apoyo y colaboración a esta investigación del **Instituto de la Gestión de la Innovación y del Conocimiento INGENIO** (Instituto mixto UPV-CSIC), del Grupo de Investigación de Gestión del Conocimiento, del Grupo de Investigación de Ingeniería del Diseño de la Universidad Jaume I, a la Universidad Politécnica de Valencia, el Dr. Ignacio Fernández de Lucio y el Dr. José Albert Berenguer.

8. Referencias Bibliográficas

Ahmed, S “Understanding the use and reuse of experience in engineering design” Ph. D. Thesis, Cambridge University (2000)

Ahmed, S ; Wallace, K M “Understanding the knowledge needs of novice designers in the aerospace industry” Design Studies, Vol 25 (2004) 155-173

Ahmed, S ; Wallace, K M “Identifying and supporting the knowledge needs of novice designers within the aerospace industry” Journal Engineering Design, Vol 15 6 (2004)

Albino, V ; Garavelli, A C ; Schuma, G “A metric for measuring knowledge codification in organisation learning” Technovation, Vol 21 (2001) 413-422

Asimow, M “Introduction to Engineering Design” ed. J.B. Reswick. (1962)

Bayazit, N “ Designing: Design knowledge, design research, related sciences” (1993) citado por **Vries, M J** “ Design methodology and relationships with sciences” Kluwer Academic Publishers, Dordrech (1993) 121-136 y **Ron, C J ; Broens ; De vries, M** en “Classifying technological knowledge for representation to mechanical engineering design” Design Studies, Vol 24 (2003) 457-471

Blesing, L ; Parker, N; Ahmed, S “Information needs of SMEs” Cambridge University (2000)

Cantamessa, M “Design best practices at work an empirical research upon the effectiveness of design support tools” in International Conference of Engineering Design (ICED 97). Schriftenreihe WDK 25, Tampere (1997) 541-546

Cantamessa, M “Design best practices, capabilities and performance” Journal Engineering Design, Vol 10 N° 4 (1999) 305-328

Donnellan, B “Developing systems to support organisational learning in product development organisations” Analog Devices B.V. University of Limerick, Ireland. Academic Conferences Limited (2003)

Eder, E “Information systems for designers” International Conference in Engineering Design (1989)

French, M “Engineering Design: The Conceptual Stage” Heinemann Educational (1971)

Howard, C “The virtual Engineer, 21 Century Project Development – Society of Manufacturing Engineers (1998) Citado por **Sandberg, M** “Knowledge based engineering in product development” Technical Report Luleå Tekniska Universitet (2003)

Hubka, V ; Eder, E “Design Science” Springer Verlag London (1997)

Kuffner, T; Ullman, D “ The information request of mechanical design engineers” Design Studies, Vol 12 (1991) 42-50

Kline, S J; Rosenberg, N “An overview of innovation”(1986)

Liebowitz, J; Rubenstein-Montano B; McCaw D “ The knowledge audit” Knowledge and Process Management, Vol 7, N° 1 (2000) 3-10

Marsh, J R “ The capture and utilisation of experience in engineering design” Ph. D. Thesis, Cambridge University (1997) Citado por **Ahmed S ; Wallace K M** en “ Understanding the knowledge needs of novice designers in the aerospace industry”

Meerkamm, H “Information management in design process – Problems and approaches to their solution” (1997) citado por **Rodgers, P A ; Clarkson P J** “An investigation and review of knowledge needs of designers in SMEs” The Design Journal, Vol 1 (1998) 16-29

Nonaka, I “The knowledge creating company” Harvard Business Review 69 (1991) 96-104

Nonaka, I; Takeuchi, H “The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation, Oxford Univ. Press, New York (1995)

Nowack, M.L. “Design guideline support for manufacturability” Ph. D. Thesis, Cambridge University (1997) citado por **Rodgers, P A ; Clarkson P J** “An investigation and review of knowledge needs of designers in SMEs” The Design Journal, Vol 1 (1998) 16-29

Orlikowski, W J “Knowing in practice: Enacting a collective capability in distributed organizing” Organization Science Vol 13 (2000) 249-273

Pahl, G; Beitz, W “Engineering Design. Second ed., ed. K.M. Wallace. London Springer- Verlag. (1996)

Pugh, S “ Total Design” Addison-Wesley, Wokingham, England (1991)

Rajagopalan, B ; Subramani, M R “Lessons from new product development for managing knowledge in software engineering” IEEE Software Special Issue on Knowledge Management in Software Engineering (2002)

Rodgers, P A ; Clarkson P J “Knowledge usage in new product development (NPD)” IDATER 98 Loughborough University (1998) 252-258

Rodgers, P A ; Clarkson P J “An investigation and review of the knowledge needs of designers in SMEs” The Design Journal, Vol 1 (1998) 16-29

Ron, C J ; Broens ; De vries, M “Classifying technological knowledge for representation to mechanical engineering design” Design Studies, Vol 24 (2003) 457-471

Ropohl, G “Knowledge types in technology” International Journal of technology and design education” Vol 7, (1997) 65-72

Sandberg, M “Knowledge based engineering in product development” Technical Report Luleå Tekniska Universitet (2003)

Scott, J E “ The role of information technology in organizational knowledge creation for new product development” Second Americas Conference on Information Systems (1996) citado por **Donnellan, B** en “Developing systems to support organisational learning in product development organisations” Analog Devices B.V. University of Limerick, Ireland. Academic Conferences Limited (2003) y **Ahmed, S** en “Understanding the use and reuse of experience in engineering design” Ph. D. Thesis, Cambridge University (2000)

Ullman, D G “The mechanical design process” New York, McGraw-Hill. (1992)

Vicenti, W G ; “What Engineers know and how they know it” Baltimore: John Hopkins Press, (1990)

Vries, M J “ The nature of technological knowledge: Extending empirically informed studies into what engineers know” Techné 6: 3 Spring (2003)