

DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA LA INVENCION EN LA INGENIERIA

Juan R. Lama Ruiz, Fco. Aguayo González, Víctor M. Soltero Sánchez

Ingeniería del Diseño.
Escuela Universitaria Politécnica.
Universidad de Sevilla.
c/ Virgen de África, 7. 41011 – Sevilla.
Tlf. 954.55.28.27. Fax: 954.28.27.77. e-mail: jrlama@cica.es

RESUMEN

En la ponencia que presentamos a continuación se pretende describir un método que permita desarrollar las capacidades de la invención en los estudios de ingeniería, para ello realizaremos un análisis de los diferentes paradigmas psicocognitivos actuales que tratan de definirla; plantaremos un modelo que permita identificar el acto creativo y las capacidades que lleva asociadas, así como las fases del proceso inventivo; finalmente propondremos estrategias y tácticas específicas mediante QFD que posibiliten el desarrollo de dichas capacidades con un diseño instruccional bajo el enfoque de Calidad Total, tanto para una asignatura como para el contenido transversal de un plan de estudios.

1. EL CONCEPTO DE INVENCION

Parece conveniente iniciar esta ponencia exponiendo de forma sucinta nuestra idea intuitiva sobre la invención, de tal forma que podamos reflexionar en el contexto próximo del conocimiento relacionado con este concepto. En este sentido, consideramos la invención como un proceso mediante el cual, uno o varios expertos producen un artefacto que posee unos atributos concretos que lo caracterizan, como son entre otros:

- Nos permite resolver una necesidad concreta anteriormente no resuelta o ser una solución más eficiente (al menos en algún aspecto en particular o bajo determinadas condiciones de uso).
- No pertenece al ámbito simbólico, es decir se puede materializar en un artefacto específico.

En general, para establecer un marco concreto, entenderemos por invención al proceso mediante el cual obtenemos un producto patentable según de la Ley de Patentes (Título II).

<p style="text-align: center;">TITULO II</p> <p style="text-align: center;">Patentabilidad</p>	<p>Artículo 6.</p>
<p>Artículo 4.</p> <p>1. Son patentables las invenciones nuevas que impliquen una actividad inventiva y sean susceptibles de aplicación industrial.</p> <p>2. No se considerarán invenciones en el sentido del apartado anterior, en particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Los descubrimientos, las teorías científicas y los métodos matemáticos. b) Las obras literarias o artísticas o cualquier otra creación estética, así como las obras científicas. c) Los planes, reglas y métodos para el ejercicio de actividades intelectuales, para juegos o para actividades económico-comerciales, así como los programas de ordenadores. d) Las formas de presentar informaciones. <p>3. Lo dispuesto en el apartado anterior excluye la patentabilidad de las invenciones mencionadas en el mismo solamente en la medida en que el objeto para el que la patente se solicita comprenda una de ellas.</p> <p>4. No se considerarán como invenciones susceptibles de aplicación industrial en el sentido del apartado uno, los métodos de tratamiento quirúrgico o terapéutico del cuerpo humano o animal, ni los métodos de diagnóstico aplicados al cuerpo humano o animal. Esta disposición no será aplicable a los productos, especialmente a las sustancias o composiciones ni a las invenciones de aparatos o instrumentos para la puesta en práctica de tales métodos.</p>	<p>1. Se considera que una invención es nueva cuando no está comprendida en el estado de la técnica.</p> <p>2. El estado de la técnica está constituido por todo lo que antes de la fecha de presentación de la solicitud de patente se ha hecho accesible al público en España o en el extranjero por una descripción escrita u oral, por una utilización o por cualquier otro medio.</p> <p>3. Se entiende igualmente comprendido en el estado de la técnica el contenido de las solicitudes españolas de patentes o de modelos de utilidad, tal como hubieren sido originariamente presentadas, cuya fecha de presentación sea anterior a la que se menciona en el apartado precedente y que hubieren sido publicadas en aquella fecha o lo sean en otra fecha posterior.</p> <p>Artículo 7.</p> <p>No se tomará en consideración para determinar el estado de la técnica una divulgación de la invención que, acaecida dentro de los seis meses anteriores a la presentación de la solicitud en el Registro de la Propiedad Industrial haya sido consecuencia directa o indirecta:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) De un abuso evidente frente al solicitante o su causante. b) Del hecho de que el solicitante o su causante hubieren exhibido la invención en exposiciones oficiales u oficialmente reconocidas. En este caso será preciso que el solicitante, al presentar la solicitud, declare que la invención ha sido realmente exhibida y que, en apoyo de su declaración, aporte el correspondiente certificado dentro del plazo y en las condiciones que se determinen reglamentariamente. c) De los ensayos efectuados por el solicitante o por sus causantes, siempre que no impliquen una explotación o un ofrecimiento comercial del invento.
<p>Artículo 5.</p> <p>1. No podrán ser objeto de patente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Las invenciones cuya publicación o explotación sea contraria al orden público o a las buenas costumbres. b) Las variedades vegetales que puedan acogerse a la normativa de la Ley de 12 de marzo de 1975, sobre protección de las obtenciones vegetales. c) Las razas animales. d) Los procedimientos esencialmente biológicos de obtención de vegetales o de animales. <p>2. Lo dispuesto en los apartados b), c) y d) no será, sin embargo, aplicable a los procedimientos microbiológicos ni a los productos obtenidos por dichos procedimientos.</p>	<p>Artículo 8.</p> <p>1. Se considera que una invención implica una actividad inventiva si aquella no resulta del estado de la técnica de una manera evidente para un experto en la materia.</p> <p>2. Si el estado de la técnica comprende documentos de los mencionados en el artículo 6, apartado 3, no serán tomados en consideración para decidir sobre la existencia de la actividad inventiva.</p> <p>Artículo 9.</p> <p>Se considera que una invención es susceptible de aplicación industrial cuando su objeto puede ser fabricado o utilizado en cualquier clase de industria, incluida la agrícola.</p>

Así mismo, entendemos por innovación al proceso completo cuyo fin no es sólo el artefacto patentable, sino que además se materializa en un éxito comercial o de amplia difusión social. Esto implica que no todos los inventos podrán ser considerados innovaciones en el sentido en el que se ha definido, pero sí todas las innovaciones, deberán aparecer como inventos.

Existen otros conceptos cuya relación con la invención es muy estrecha, entre ellos destacan el descubrimiento y la creatividad. Existen múltiples diferencias entre descubrimiento e invento, las cuales se sustentan en su mayor parte en la materialización y carácter de aplicación y uso del segundo, esto es mientras que en el caso del primero no existe a priori una finalidad específica que lo justifique (el término descubrimiento se emplea comúnmente en el ámbito de las ciencias), en el segundo caso la finalidad es resolver una necesidad del ser humano (individual o colectiva) anteriormente no resuelta o de una forma diferente a la solución tradicional.

Consideraremos en la presente ponencia la creatividad como un proceso que forma parte de la invención y/o del descubrimiento. Este proceso es el que dotará a la invención de sus características de originalidad o novedad.

La invención se ha desarrollado de forma natural junto con la evolución humana, como parte integrante de la misma evolución, si bien es en los últimos tiempos cuando se está realizando su análisis para obtener conclusiones que permita fomentar el crecimiento de las empresas, los grupos humanos, los países, etc.

Los ámbitos que se han dedicado a este estudio tradicionalmente han sido aquellos relacionados con las humanidades: ciencias psicológicas, sociológicas, etc. Últimamente, es posible comprobar que este estudio ha trascendido a otros dominios como las ciencias de la información (IA), la ingeniería, la economía, etc.

En el ámbito de la psicología, es conveniente advertir que la mayor parte de las aportaciones se han realizado están relacionadas con los conceptos:

- Pensamiento.
- Inteligencia.
- Razón.
- Creatividad.
- Resolución de problemas.
- Toma de decisiones.

Es evidente que estos conceptos se encuentran fuertemente ligados, aunque las aportaciones con conexiones más estrechas con la invención se han realizado en torno a la creatividad. En este sentido, la línea de desarrollo que se ha seguido la podemos sintetizar nombrando las diferentes aportaciones realizadas. Para comenzar citaremos a Paul Torrance [88], uno de los primeros y más prolíficos investigadores del área:

“Me hace feliz no tener una definición. La creatividad es casi infinita. Ella involucra cada sentido y probablemente elementos extrasensoriales. Muchos

elementos de la creatividad no se ven, son de naturaleza no verbal e inconsciente. Incluso si supiéramos qué es exactamente la creatividad, no podríamos definirla con palabras."

En general, las clases de interpretaciones de la idea de creatividad, según Taylor [88], se pueden resumir en:

- Tipo gestáltico: en el cual el énfasis se pone en la recombinação de ideas o la reestructuración de un gestalt.
- Orientado al producto final: en este caso la creatividad se considera como un proceso cuyo resultado es un sistema, objeto o trabajo novedoso.
- Relacionado con la expresividad: en el cual el factor más importante es la autoexpresión. Considera que la expresión de cada individuo es única, por tanto el individuo es un ser creativo.
- Psicoanalítico: la creatividad se define como interacciones entre el ello, el yo y el superyo.
- Orientado al proceso: en el cual el énfasis se realiza sobre el propio proceso de pensamiento. Esto es, en un cierto tipo de proceso que decimos que caracteriza la creatividad.

Cada una de las diferentes clases de definiciones enriquece nuestro concepto global de creatividad. Algunas ponen de manifiesto ciertos tipos de componentes más que otras. Otro aspecto importante es que estas categorías no son necesariamente mutuamente excluyentes.

Sin ánimo de exhaustividad, y en el sentido diacrónico en el ámbito de la psicología tenemos:

- a) En los años cincuenta y sesenta, las primeras aportaciones realizadas derivan de la investigación en el campo de la medida de la inteligencia, concretamente en la medida de la creatividad humana. En este sentido Guilford [59] trabajó en líneas de investigación relacionadas con la medida de la fluidez de pensamiento y la originalidad de pensamiento.
- b) Un salto cualitativo importante supuso las aportaciones de Stein [69], el cual propone las "Dimensiones de la Creatividad": proceso, persona, producto y lugar o entorno. Esta teoría ha sido desarrollada posteriormente por M. Csikszentmihalyi [88].
- c) En el planteamiento de la creatividad como proceso psicocognitivo, Amabile [83] plantea un modelo constituido por tres componentes: destrezas relevantes en el campo, destrezas relevantes para la creatividad y motivación por la tarea; siendo este último componente el que centra la atención de las investigaciones de Amabile.
- d) Otra aportación muy interesante es la de Simonton [80] con su "Teoría de la Configuración Fortuita", la cual incluye factores cognitivos y no

cognitivos, entre los primeros tenemos: permutación fortuita de elementos mentales, información de configuraciones, y comunicación y aceptación social de las comunicaciones; respecto a los factores no cognitivos, Simonton destaca: interés y motivación.

- e) El proceso creativo desde el punto de vista de Stenberg [85] está estrechamente relacionado con su "Teoría Triárquica de la Inteligencia", por lo que su teoría de la creatividad está formada por tres componentes: inteligencia, estilos cognitivos y personalidad.
- f) Desde la perspectiva psicológica Gardner [93] defiende una visión más global en la que su teoría de la creatividad posee cuatro niveles: subpersonal o biológico, personal o psicológico, impersonal o contexto epistemológico y multipersonal o ámbito social.

No descartaremos las diferentes perspectivas ofrecidas por los distintos investigadores pero centraremos nuestra atención sobre la que plantea M. Csizkszentmihalyi [88], el cual propone las siguientes dimensiones: persona o talento creador, campo o disciplina y ámbito que juzga la aportación. Como veremos, ésta nos permitirá plantear un modelo de invención útil para llevarlo al proceso de enseñanza/aprendizaje en ingeniería, el cual está basado parcialmente en los desarrollos de S. Dasgupta [94] en el campo de la Inteligencia Artificial.

Consideraremos en primer lugar los aspectos relevantes desde el punto de vista de la creatividad, para después concretarlos para el caso de la invención.

2. EL ACTO INVENTOR

Dado que nuestra intención es caracterizar la invención desde el punto de vista de las capacidades que intervienen en el acto inventivo, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- a) El atributo «creatividad» es una propiedad de algunos actos o procesos cognitivos; en este caso, este será el proceso que resulta en la idea que después será materializada en un invento, para que esto se de es necesario que dicho proceso esté modulado conforme a ciertas restricciones de persona, campo, proceso y ámbito.
- b) Por otro lado, es posible que el proceso se considere "creativo" sólo como consecuencia de un conjunto de atributos o propiedades independientes, pero que están relacionados con el producto de este proceso; en este caso, el producto es el concepto de invento.

En otras palabras, un proceso cognitivo P que resulta en un producto Π diremos que es creativo cuando Π satisface ciertas clases de propiedades o mues-

tra ciertos tipos de síntomas. Debido a que Π es un resultado de P (esto es, P precede temporalmente a Π) el calificativo creativo es asignado a P sólo después de que Π está disponible, y además se ha verificado si posee o no cierto tipo de propiedades o muestra ciertos tipos de síntomas. Esta definición es incompleta, ya que seguimos sin conocer exactamente qué propiedades debe poseer Π para que podamos identificar el proceso P como creativo.

Nuestra identificación de estos síntomas estará relacionada con la noción de cuerpo de conocimiento. Usaremos este término para conceptualizar una colección integrada y organizada de hechos, teorías, reglas, ejemplos, modelos, creencias, valores, etc., pertenecientes a una materia particular o dominio. Nos referiremos también a los elementos individuales y discretos dentro de un cuerpo de conocimiento como elemento (símbolo) de conocimiento.

A la caracterización anterior es necesario añadir lo siguiente:

- a) Un cuerpo de conocimiento específico K perteneciente a un dominio específico D que está asociado a una persona individual, o en general, agente A, será referenciado como “cuerpo de conocimiento personal de A (sobre D)”.
- b) Un cuerpo de conocimiento K perteneciente a un dominio D que es compartido por una comunidad C de agentes (por ejemplo, K es el cuerpo de conocimiento de cada agente en C) será referenciado como “cuerpo de conocimiento público de C (sobre D)”.
- c) Lo que convierte un cuerpo de conocimiento personal de un agente en uno público de una comunidad, respecto de un dominio, es una función temporal. Esto es, los cuerpos de conocimiento pueden cambiar a lo largo del tiempo.

Consideremos ahora el caso en el que un proceso cognitivo P conducido por un agente A resulta en un producto Π en un dominio D. Aquí el producto puede ser una idea, una teoría, un trabajo literario, un programa de ordenador,.. un artefacto práctico (invento), entonces:

- a) Decimos que Π es “psicológicamente novedoso” para A si, de acuerdo con el cuerpo de conocimiento personal de A sobre D $K_A(D)$, no existe ningún otro producto Π' que sea idéntico a Π .
- b) Decimos que Π es “psicológicamente original” para A si Π es psicológicamente novedoso para A y además ha sido descubierto por A para añadir significado al cuerpo de conocimiento $K_C(D)$ asociado con una comunidad C sobre un dominio D.
- c) Decimos que Π es “históricamente novedoso” para una comunidad C si, de acuerdo con el cuerpo de conocimiento público de C sobre D $K_C(D)$, no existe ningún otro producto Π' que sea idéntico a Π .
- d) Decimos que Π es “históricamente original” para una comunidad C si, de acuerdo con el cuerpo de conocimiento público de C sobre D $K_C(D)$, Π es

históricamente novedoso y además ha sido desarrollado por C para añadir significado al cuerpo de conocimiento a $K_C(D)$.

Las definiciones que se han propuestos están incompletas, debido a la limitación que existe en sí mismas, la cual es debida a que las expresiones “es idéntico a” y “añade significado a” no han sido especificados. De hecho, el que un producto Π sea idéntico a un producto Π' , o que un producto Π añada significado a un cuerpo de conocimiento de un dominio específico, estará determinado por los estándares, criterios y valores particulares del dominio de interés, el cual, por supuesto, forma parte del cuerpo de conocimiento principal (personal o público) asociado a D. Los conceptos “novedoso” y “original” son, además, función del (relativo al) cuerpo de conocimiento y al agente o a la comunidad en cuestión. No existe una definición general para estos dos conceptos.

Según esto, caracterizaremos el concepto de creatividad como:

“Un proceso P realizado por un agente A y mediante el cual se ha obtenido un producto Π , el cual tiene relevancia en un dominio D, decimos que es PN-creativo si Π es psicológicamente novedoso para A. Es PO-creativo si Π es psicológicamente original para A. Decimos que es HN-creativo si Π es históricamente novedoso para una comunidad C. Es HO-creativo si Π es históricamente original para C.”

Es necesario realizar algunas aclaraciones acerca de estas definiciones. En primer lugar, los calificativos “psicológicamente” e “históricamente” han sido extraídos de Boden [91], quien introduce las expresiones “psicológicamente (o P-) creativo” e “históricamente (o H-) creativo”. En segundo lugar, lo que es considerado novedoso (o original) por el agente no tiene por que ser considerado novedoso (o original) por la comunidad.

Tercero, parece razonable que existan relaciones entre la originalidad histórica y psicológica cuando se ha producido una situación de conversión, esto es, lo que ahora es original para una comunidad fue original para el individuo responsable del producto. Aunque esto parece evidente, no siempre tiene por qué ser cierto.

Cuarto, debido a que la novedad u originalidad de un producto es determinada de forma relativa por algún el cuerpo de conocimiento específico, esta consideración puede cambiar con el tiempo, ya que el propio cuerpo de conocimiento cambia también. En este caso, es conveniente recordar que existen dos referencias sobre el cuerpo de conocimiento, el del agente $K_A(D)$ y el de la comunidad $K_C(D)$, siendo el primero de ellos, normalmente, más dinámico que el segundo.

Quinto, y último comentario al respecto, el desarrollo del proceso cognitivo nos empezará a interesar, desde el punto de vista de la creatividad, cuando su producto sea original (en el sentido psicológico o histórico). Aunque, como se ha

expuesto, nuestra taxonomía posee una visión más general sobre la materia.

Para el caso de la invención, partiendo de lo expuesto en el apartado anterior y considerando las definiciones anteriormente planteadas, estableceremos lo siguiente:

“Un proceso P realizado por un agente A y mediante el cual se ha obtenido un producto Π , el cual es materializable en un artefacto específico, esto es pertenece a la realidad física, no simbólica, y además tiene relevancia en un dominio D, decimos que es PN-inventivo si Π es psicológicamente novedoso para A. Es PO-inventivo si Π es psicológicamente original para A. Decimos que es HN-inventivo si Π es históricamente novedoso para una comunidad C. Es HO-inventivo si Π es históricamente original para C.”

Todo lo expuesto anteriormente, en relación a la taxonomía de la creatividad, es válido también para la de la invención, excepto que, si bien en el caso de la creatividad las fronteras entre un tipo de creatividad y otro eran mucho más dinámicas y tenues, en el caso de la invención, según la restricción inicial impuesta que liga la invención con la patentabilidad, sólo consideraremos estrictamente “invención” al producto que resulta de un proceso HO-inventivo, lo cual no quiere decir que para nosotros no sea igualmente interesante el resto de definiciones para el diseño instruccional (a las cuales denominaremos niveles inferiores de invención), ya que esto nos permitirá trabajar con elementos manejables desde el punto de vista del $K_A(D)$ y $K_C(D)$.

Esto mismo planteado anteriormente es posible enriquecerlo para el caso de la innovación, añadiendo las consideraciones siguientes:

“Un proceso P realizado por un agente A y mediante el cual se ha obtenido un producto Π , el cual es patentable, y además tiene relevancia en un dominio D; dada una comunidad social S cuya cultura constituye el ambiente social al que va destinado al producto Π , y que poseen unas necesidades y deseos específicos; dada una comunidad E de empresarios con capacidad para transformar, producir y situar en el mercado S el producto Π ; decimos que P es innovador si y sólo si contribuye exitosamente al objetivo de E y además es aceptado por S.”

El tipo de innovación será radical si P es también HO-inventivo, en cualquier otro caso puede tratarse de una innovación incremental.

3. FASES DEL PROCESO INVENTIVO

Una de los análisis más influyentes de la creatividad es la que corresponde al matemático Hadamard [45] en su estudio de la invención matemática, en la cual

- Planificar un curso de acción. En este paso se pretende obtener un plan concreto que posibilite la materialización de la solución final y su presentación al ámbito de validación, esto es su “presentación en sociedad”.
- Llevar a cabo el plan de acción propuesto.

Siguiendo el proceso planteado, la obtención de un artefacto novedoso que pueda ser considerado como invento, dependerá del grado de originalidad, que como planteamos en el apartado anterior, tendría que ser del tipo HO-inventivo.

El grado en que cada una de las fases y subfases intervienen para conferirle la categoría de HO-inventivo al producto obtenido varía con el campo o cuerpo de conocimiento de un dominio específico, el ámbito evaluador de la aportación del producto e incluso de la persona o agente inventor.

4. MODELO DE CAPACIDADES DEL INVENTOR

A continuación vamos a reordenar todas las ideas anteriormente expuestas de forma que nos posibilite aventurar un modelo de agente inventor orientado a las capacidades que debe poseer el éste último como tal.

En primer lugar, definimos el campo o cuerpo de conocimiento sobre un dominio específico, $K(D)$, como una tripla compuesta de:

- Conocimiento declarativo $K_D(D)$. Se trata del conocimiento relacionado con hechos, datos, conceptos, leyes, teoremas, axiomas, etc.
- Conocimiento procedimental $K_p(D)$. Se corresponden con los procedimientos de manipulación de objetos, símbolos, códigos, relaciones o sistemas. Podríamos clasificarlos en: habilidades, estrategias, tácticas o técnicas procedimentales.
- Conocimiento actitudinal $K_{AC}(D)$. Es el conjunto de valores, actitudes y normas, que pueden vertebrarse en un código deontológico específico, para el caso de un campo o dominio determinado.

Por tanto, en general diremos: $K(D) = \langle K_D(D), K_p(D), K_{AC}(D) \rangle$.

Esto es aplicable tanto para el caso en el que estuviéramos refiriéndonos al cuerpo de conocimiento que será objeto de estudio, análisis, investigación o trabajo por parte del inventor, al que hemos llamado $K_A(D)$, como para el caso del cuerpo de conocimiento de una comunidad a la que pertenece este agente y que vela por el cuerpo de conocimiento específico de un dominio, que en este caso será $K_C(D)$.

Estas definiciones las podemos relacionar mediante la proposición:

“Siendo A un agente inventor con un cuerpo de conocimiento de un dominio específico $K_A(D)$ y C una comunidad que es la encargada de velar por un cuerpo de conocimiento específico $K_C(D)$ (puede ser el caso de un Área

de Conocimiento); si $A \in C$, entonces $K_A(D) \subset K_C(D) \subset K(D)$.”

Por otro lado, nos interesa además destacar que en cualquiera de los ámbitos anteriormente planteados (unipersonal A o social C), aparecerán elementos del tipo:

- Necesidades y deseos, que pueden estar resueltos o no, planteados o no, descubiertos o encubiertos.
- Restricciones socio-culturales.
- Interacciones.
- Oportunidades.
- Etc.

Así mismo, podemos decir que el conjunto de capacidades (C_A) que poseerá un agente A sobre un campo pertenecerán al mismo, esto es: $C_A / C_A \in K_A(D)$; siendo las metacapacidades ligadas a la invención un subconjunto de estas últimas: $Mi_A \subset C_A$.

Una posible forma de estructurar el conocimiento ligado a estas metacapacidades es usar la tripla expuesta anteriormente para del campo o cuerpo de conocimiento de un dominio (conocimiento declarativo, procedimental y actitudinal), para posteriormente identificar las metacapacidades inventivas asociadas a este campo. Otra forma es la que supone las metacapacidades inventivas como la especial interconexión de los elementos que forman el campo (clusterización del conocimiento para la invención), según esta nueva concepción tendríamos:

- a) Metacapacidades ligadas al proceso inventivo.
 - Flexibilidad para las transformaciones de ideas.
 - Cierta retraso antes de emitir un juicio.
 - Capacidad para simplificar la complejidad.
 - Capacidad para redefinir o reestructurar los problemas o situaciones.
 - Agilidad mental.
 - Capacidad para aplicar esquemas de pensamiento divergente y convergente.
 - Manejar la complejidad y captar lo relevante de un problema.
 - Capacidad para conducir la acción hasta la materialización de la idea.
 - Actitud para la toma de decisiones no mediatizada.
- b) Metacapacidades relacionadas con los atributos del producto que le confieren el calificativo de invento.
 - **Sentido constructivo y práctico.**
 - **Tendencia a buscar soluciones originales.**
 - **Tendencia a buscar soluciones robustas.**
 - **Tendencia a encontrar soluciones de éxito comercial o social.**
- c) Metacapacidades ligadas a la personalidad inventora.
 - Tolerancia a la ambigüedad.
 - Tendencia a preferir el estudio de funciones complejas.

- Tendencia a preferir el estudio de funciones que no guardan equilibrio.
 - Sensibilidad para captar problemas y situaciones de mejora.
 - Actitud automotivadora.
 - Poseer un gran empuje y capacidad generadora.
 - Actitud abierta ante gran variedad de fenómenos.
 - Sensibilidad ante sistemas problemáticos.
 - Constancia y empeño creativo.
 - Tendencia a sensorizar las magnitudes y comportamientos de objetos técnicos.
- d) Metacapacidades relacionadas con el campo o cuerpo de conocimiento.
- Capacidad para interiorizar los sistemas.
 - **Capacidad para transformar las ideas en distintos lenguajes.**
 - Capacidad para percibir las relaciones entre ideas desde diferentes puntos de vista.
 - Habilidad de manipulación de ideas con amplio rango de herramientas y procedimientos.
- e) Metacapacidades relacionadas con el ámbito evaluador.
- Autoafirmación.
 - Fluidez y flexibilidad cognitiva en lenguaje verbal y gráfico.
 - Impulsividad.
 - Inconformismo frente a soluciones preestablecidas.
 - Independencia de juicio.
 - Actitud crítica.
 - Empatía y comprensión personal y social.
 - Colaboración y cooperación.
 - Habilidades de equipo.

Otro aspecto importante es el relativo a la caracterización del acto inventor en sí. El acto inventor, lo podemos modelar como la aplicación sobre el producto cartesiano del ámbito evaluador, el cuerpo de conocimiento del agente y las metacapacidades del agente inventor, el cual resulta en el conjunto de productos que denominamos inventos: $K_C(D) \times K_A(D) \times Mi_A \xrightarrow{(fi)} \Pi / \Pi$ es patentable; esta aplicación constituye lo que podemos denominar “función invención”.

5. DISEÑO INSTRUCTIVO PARA DESARROLLAR LAS CAPACIDADES INVENTIVAS.

Una vez analizadas las capacidades del inventor, estableceremos una metodología que nos posibilite su tratamiento docente como disciplina transversal de



1ª Matriz de intenciones educativas de Escuela Universitaria: transversalidad asociada a la invención en Áreas de Conocimiento

¿Cómo? ¿Qué?	Área de Expresión Gráfica	Física Aplicada	Ingeniería Eléctrica	Tecnología Electrónica	Ciencia de los Mat. Ingeniería Metalúrgica	Ingeniería Mecánica	...
Metacapacidades del proceso inventivo							
Metacapacidades del producto inventado							
Metacapacidades de la personalidad inventora							
Metacapacidades ligadas al campo							
Metacapacidades del ámbito evaluador							
Capacidades específicas del Título							
...							
...							
Total							

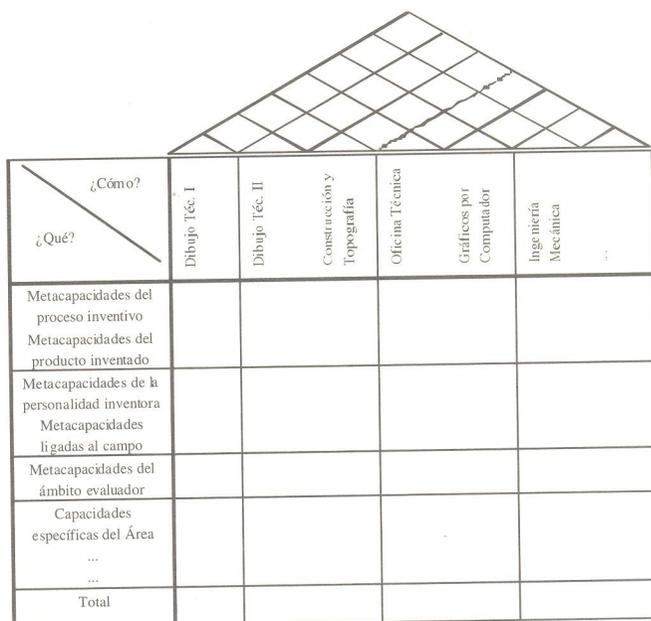
los estudios de ingeniería. Para ello hemos empleado la técnica QFD que nos permitirá concretar desde las intenciones educativas de centro (en este caso la Escuela Universitaria) hasta las actividades a desarrollar en el aula para una asignatura concreta.

En la primera matriz del QFD identificamos los “¿qué?” con las metacapacidades del inventor y los “¿cómo?” con las diferentes Áreas de Conocimiento implicadas en el proceso instructivo.

Esto implica desplegar todos los cuerpos de conocimiento implicados ($K_c(D)$) en la formación del ingeniero, de tal manera que cada uno pueda aportar, en la medida que corresponda, las capacidades del inventor que tenga asociadas ($M_i / M_i \in K_c(D)$).

Usando la herramienta completa de QFD, además se pondría de manifiesto las posibles interrelaciones entre las distintas Áreas de Conocimiento desde el punto de vista de las metacapacidades, esto no se ha incluido en las figuras adjuntas por simplificar su exposición.

En la segunda matriz desarrollamos las mismas metacapacidades en los ¿qué? pero las relacionamos con las diferentes asignaturas que imparte un determinado Área de Conocimiento. Esto habría que hacerlo para todas las Áreas de Conocimiento implicadas, lo cual posibilita una perspectiva amplia del modo en que cada Área de Conocimiento participa en la formación de las metacapacidades identificadas.



¿Cómo? / ¿Qué?	Dibujo Téc. I	Dibujo Téc. II	Construcción y Topografía	Oficina Técnica	Gráficos por Computador	Ingeniería Mecánica	...
Metacapacidades del proceso inventivo							
Metacapacidades del producto inventado							
Metacapacidades de la personalidad inventora							
Metacapacidades ligadas al campo							
Metacapacidades del ámbito evaluador							
Capacidades específicas del Área							
...							
...							
Total							

2ª Matriz de intenciones educativas de Área de Conocimiento: transv. de la invención en un Área de Conocimiento (ejemplo para Expresión Gráfica).

Una tercera matriz desarrolla, para una determinada asignatura, las relaciones existentes entre las metacapacidades y las distintas actividades, unidades temáticas, etc. que se tratan dicha asignatura. Otra matriz que puede aportar información relevante, desde el punto de vista del diseño instruccional, es la que relaciona en los ¿cómo? de la matriz por asignatura la metodología instructiva y las estrategias y tácticas pedagógicas de la misma.

A modo de conclusión, después del estudio realizado y la aplicación de la herramienta de QFD como instrumento para diseñar la transversalidad en las Escuelas Técnicas, indicar que entre los beneficios que aporta están:

- Posibilitar una visión global y estructuradora, sirviendo a la vez de mapa de valor de las aportaciones de cada unidad instruccional a las capacidades transversales que se pretenden desarrollar.
- Permitir realizar el diseño con el grado de exhaustividad que la organización educativa se plantee en cualquiera de sus niveles: Escuela, Área de Conocimiento, Profesor.
- Conectar las intenciones educativas desde lo general hasta lo particular.
- Facilitar la multidisciplinariedad de las capacidades globales.
- Tener en cuenta las particularidades de cada ámbito o nivel educativo, sin desatender las premisas planteadas en el nivel superior.

Finalmente, concluir el interés que podría tener aplicar esta técnica al desarrollo de la transversalidad deontológica en el ámbito de las enseñanzas técnicas.

¿Qué? \ ¿Cómo?	Tema 1	Tema 2	Tema 3	...	Práctica 1	Práctica 2	...
Metacapacidades del proceso inventivo							
Metacapacidades del producto inventado							
Metacapacidades de la personalidad inventora							
Metacapacidades ligadas al campo							
Metacapacidades del ámbito evaluador							
Capacidades específicas de asignatura							
...							
Tótal							

3ª Matriz de diseño instruccional de asignatura: instanciación de la transversalidad en una asignatura (ejemplo para Oficina Técnica).

BIBLIOGRAFÍA

Taylor, C. W. [88]. “Various Approaches to and Definitions of Creativity”. Ed. Stenberg.
 Torrance, P. [88]. “The nature of creativity as manifest in its testing”. Cambridge University Press.
 Guilford, J. P. [59]. “Traits of creativity”. Ed. Harper.
 Stein, M. G. [69]. “Creativity”. Ed. Raud Mc Nally.
 Csikszentmihalyi, M. [88]. “Society, culture and Person: A system view of creativity”. Ed. Stenberg.
 Csikszentmihalyi, M. [98]. “Creatividad. El fluir y la psicología del descubrimiento y la invención”. Paidós.
 Amabile, T. M. [83]. “The social psychology of creativity”. Ed. Springer-Verlag.
 Simonton, D. K. [80]. “Intuition and analisis: a predictive and exploratory model”. Genetic Psychology Monographs.
 Stenberg, R. J. [85]. “Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence”. Cambridge University Press.
 Gardner, H. [93]. “Creative minds. An anatomy of creativity”. Paidós.
 Dasgupta, S. [94]. “Creativity in Invention and Design”. Cambridge University Press.
 Boden, M. A. [91]. “The Creative Mind”. Ed. Basic.
 Hadamard, J. [45]. “Psicology of invention in the mathematical field”. Princeton University Press.
 Wallas, G. [26]. “The Art of Thought”. Ed. Jonathan Cape.
 Puente, A. [99]. “El cerebro creador”. Alianza editorial.
 Goleman, D. [98] “La Práctica de la Inteligencia Emocional”. Kairós.
 Menchén, F. [98]. “Descubrir la creatividad”. Pirámide.
 Sebastian, M. A.; Bargueño, V.; Novo, V. [98]. “Gestión y Control de Calidad”. UNED.
 De Domingo, J. [97]. “Calidad y Mejora Continua”. Editorial Donostiarra.
 Aguayo, F.; Lama, J. R. [98]. “Didáctica de la Tecnología”. Editorial Tébar.