

EL PODER DEL *CLUSTER* LA REESTRUCTURACIÓN DE LOS REGÍMENES TECNOLÓGICOS DE INDUSTRIAS MADURAS A TRAVÉS DE INNOVACIONES DISRUPTIVAS

JOSÉ ALBORS GARRIGOS (*)

Departamento de Organización de Empresas
Universidad Politécnica de Valencia

La literatura académica ha descrito el enfoque industrial especializado de los *clusters* contraponiéndolo frente al enfoque más amplio de los sistemas de innovación regional (Asheim y Coenen, 2005). Asimismo, ha subrayado cómo las empresas en los *clusters* regionales explotan tanto los recursos locales específicos como el conocimiento externo mundial respectivamente

para fortalecer su competitividad, ampliando la influencia de los sistemas regionales de innovación (Bathelt *et al.*, 2004). De esta manera, además del ambiente puramente local (o *buzz*), los *clusters* deben conectarse con otros espacios geográficos y/o industrias de cara a mejorar su competitividad (Hervás Oliver y Albors Garrigós, 2011; Hervás Oliver y Albors Garrigós, 2008). Los *clusters* se contemplan también como entornos adecuados para la innovación abierta, donde la creación y difusión del conocimiento se torna más potente. Sin embargo, la literatura académica también ha señalado cómo la circulación de conocimiento especializado parece estar limitada a ciertas comunidades específicas o *networks* dentro del *cluster* de acuerdo a la especialización de proveedores y agentes (Breschi y Lissoni, 2001), por lo que el conocimiento no es libremente diseminado en el *cluster* y se convierte en un bien de club (Morrison, 2008).

Con todo, y en general, la literatura académica ha asociado los *clusters* a la innovación incremental (Asheim y Coenen, 2005; Asheim y Gertler, 2004; Steinle y Schiele, 2002; Lissoni, 2001) y, especialmente, los relacionados con industrias tradicionales (por ejemplo, Giuliani 2007; Hervás Oliver y Albors Garrigós, 2009). Por lo tan-

to hay un hueco de conocimiento con relación al resultado del progreso tecnológico y la innovación radical en los *clusters*, sobre todo en los *clusters* tradicionales marshallianos basados en mejoras incrementales (Asheim, 1996). ¿Es la innovación radical posible en *clusters* tradicionales? La respuesta a esta pregunta constituye una contribución en la literatura de los *clusters*.

El objeto de este trabajo es analizar los determinantes de la creación, desarrollo y difusión de la innovación radical en *clusters* tradicionales de baja y media tecnología. Dejaremos el estudio de las características de funcionamiento de los *clusters* a otros y nos centraremos en el campo de los *clusters* como un contexto que soporta y fomenta la creación y difusión rápida de innovación radical. Este artículo analizará el caso del desarrollo de la tecnología de impresión digital (*inkjet*) para la decoración de azulejos cerámicos, un evento de progreso global, en las fases del proceso de decoración de baldosas de cerámica que ha tenido lugar en el *cluster* cerámico español del azulejo. Se examinará cómo las demandas del mercado, la orientación al cliente, la difusión de tecnología de otras industrias y la competitividad de la industria cerámica, así como la creación de redes de *cluster* internas y

externas han facilitado el desarrollo de una tecnología compleja a pesar de las barreras existentes en el *cluster* como por ejemplo, una cultura mecánica predominante, un bajo nivel de formación en tecnologías de la información y la prevalencia de una cultura innovadora baja en este *cluster*.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo se basa en un estudio del caso de una pequeña empresa- Kerajet ®- con sede en Castellón, en el corazón del *cluster* de la baldosa cerámica. Esta empresa fue fundada por dos ingenieros electrónicos y un químico con amplia experiencia y formación en ingeniería mecánica, procesos de manufactura de baldosas cerámicas y tecnologías de la información. Estos emprendedores tenían una visión clara del futuro digital de la decoración cerámica de baldosas ya que podría facilitar la introducción de la producción justo a tiempo en los procesos de manufactura de baldosas cerámicas y el desarrollo de diseños de vanguardia para su decoración. La decoración basada en inyección de tinta ha significado una innovación radical que está cambiando la industria y su cadena de valor a nivel mundial. Para desarrollar este caso se han llevado a cabo más de diez entrevistas formales e informales con los emprendedores para entender completamente el proceso y el producto y su impacto en el *cluster*. Además, se ha analizado el proceso de difusión y adopción por parte de los diferentes grupos de usuarios en el *cluster* para lo que se han mantenido más de treinta entrevistas con diversos empresarios del *cluster*.

Debido a su impacto en la industria cerámica global, el análisis de este caso debe arrojar luz sobre el desarrollo de la innovación radical, sus causas, las barreras inherentes y los factores facilitadores de la misma. De acuerdo con Yin (2003) un solo análisis de caso puede ser útil como prueba crítica de una teoría existente. También puede proporcionar un enfoque holístico al tratar con un análisis de una unidad más grande. Además, el estudio de casos permite identificar preguntas de investigación y cuestiones claras para la discusión del caso (Dube y Pare, 2003).

Los datos se han basado en la información recopilada a través de numerosas entrevistas realizadas a gerentes e ingenieros de proveedores, productores, distribuidores y otros agentes del *cluster* cerámico del azulejo español e italiano. También se ha utilizado información recogida durante las visitas a las exposiciones de baldosas de cerámica en CERSAI en Bolonia y en CEVISAMA en Valencia durante los últimos diez años, todo ello junto con la explotación de información secundaria disponible en informes de la industria y otros materiales disponibles.

EL CLUSTER DE CERÁMICO DE CASTELLÓN

La cadena de valor global de baldosas de cerámica (CVBC, en adelante) está formada principalmente

por los siguientes actores centrales: productores de baldosas cerámicas, productores de esmaltes, fritas y pigmentos (productos químicos), y los fabricantes de equipos mecánicos. La producción del azulejo cerámico en todo el mundo se concentra en *clusters* sólo en unos pocos países. Los *clusters* más importantes son el italiano en Emilia-Romana, el español en Castellón, y tres *clusters* brasileños (Criciúma, Mogi-Guaçu y Santa Gertrudis). Además, países como Indonesia, India, Turquía, México y China, presentan también una concentración de su producción, a pesar de que estos *clusters* están en las primeras etapas. Por lo tanto, la industria cerámica mundial está agrupada territorialmente y se conecta a través de una cadena de valor global en el que el conocimiento se crea y difunde básicamente por parte de los *clusters* europeos y sus respectivos proveedores basados en el conocimiento, por ejemplo, proveedores de esmaltes, fritas y pigmentos así como suministradores de maquinaria en un patrón de innovación impulsado por los proveedores en el sentido clásico propuesto por Pavitt (1984).

Según Hervás Oliver y Albors Garrigós (2007), así como Hervás Oliver *et al.* (2008), el *cluster* de Castellón está formado por más de 300 empresas de diversas industrias conexas ubicadas en las inmediaciones (productores de cerámica, proveedores de esmaltes y pigmentos, de arcilla, de maquinaria cerámica, agencias de transporte, distribuidores, entre otros) y producen aproximadamente la mitad de las baldosas cerámicas de Europa. Junto con España, Italia tiene una de las industrias de cerámica más grandes del mundo. Por otra parte, alrededor de 83% de la producción de baldosas de cerámica de Italia se concentra en la región de Emilia Romagna, en torno a Sassuolo, donde se proporciona empleo directo a 8.093 personas (Assopiastrelle, 2007), así como otros 6.000 puestos de trabajo en industrias proveedoras. Al igual que en Castellón, la región italiana cuenta con toda una serie de organismos públicos de apoyo como el Centro de Cerámica de Bolonia (CCB, en adelante), análoga al ITC (Instituto Tecnológico de Cerámica en Castellón), y de organismos privados de asociación como la asociación comercial de la industria, Assopiastrelle (su versión española es ASCER). Otro organismo relevante es la Asociación de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colorificios ubicada en Castellón (ANFFEC). Estos agentes interconectan todas las industrias regionales de baldosas cerámicas.

La industria cerámica mundial sigue un patrón en el que las principales innovaciones en equipos mecánicos proceden de la industria italiana y se han expandido a Brasil, España y China, con inversiones directas. Del mismo modo, las innovaciones mundiales en esmaltes y pigmentos proceden de la industria de esmaltes y pigmentos española, que también se ha expandido por todo el mundo creando un número de empresas subsidiarias. Por lo tanto, las cadenas de valor local de cerámica italiana y española lideran una parte específica de la cadena de valor global, son interdependientes y están re-

lacionadas entre sí (Albors, 2002). Las industrias auxiliares en esta CVBC poseen también diferentes composiciones en España e Italia, es decir, existen diferentes regímenes tecnológicos (Nelson y Winter, 1982; Breschi, Malerba y Orsenigo, 2000) (1) en cada clúster. Por lo tanto, la potencia de la comarca italiana se basa en una sólida base de fabricación de maquinaria específica para la industria cerámica, mientras que los principales activos del *cluster* de Castellón se basan en un sector de esmaltes y pigmentos de clase mundial. Estas empresas, en las industrias auxiliares, son líderes a nivel mundial y ofrecen sus innovaciones a fabricantes de baldosas cerámicas de Italia y España mucho antes de que otros *clusters* puedan adquirir y asimilar las nuevas tecnologías. Además, estos dos sectores interconectados son responsables de la mayoría de las innovaciones de vanguardia en la CVBC.

El proceso, bien descrito en Hervás Oliver *et al* (2008), muestra los vínculos complementarios entre los *cluster* cerámicos de Castellón (España) y Emilia-Romagna (Italia). El conocimiento tácito obtenido de las operaciones y actividades del *cluster* de Castellón se genera a nivel local a través de la interacción entre la industria local, incluidas las organizaciones industriales y tecnológicas del *cluster*, y este conocimiento se transfiere parcialmente al *cluster* italiano. Así se transfiere el conocimiento tácito aprendido en Castellón. Al mismo tiempo, también se complementa con los conocimientos adquiridos en los otros *cluster* en los que empresas subsidiarias de las empresas (2) esmalteras y de pigmentos operan, ya que el conocimiento interno de esa red no es lo suficientemente amplio para hacer frente a las condiciones en las agrupaciones extranjeras, como la agrupación italiana. Del mismo modo, las empresas de equipos italianos también crean conocimiento tácito en el *cluster* Emiliano a través de interacciones entre empresas y transfieren parte de estos conocimientos al *cluster* de Castellón. Sin embargo, para hacer frente a la realidad local y las circunstancias únicas en Castellón, el conocimiento necesario se obtiene a través de la interacción con las empresas locales de esmalte y productores de baldosas cerámica, que combina el conocimiento local con el conocimiento explícito parcialmente complementario del *cluster* Emiliano.

De esta manera, se crea nuevo conocimiento tácito. De hecho, el conocimiento local necesario para los fabricantes de equipos italianos para operar en Castellón utilizando el proceso de producción de color rojo, piedra caliza, no puede ser suministrada por las redes internas. Al mismo tiempo, parte de los conocimientos aprendidos en Castellón en relación con el proceso de fabricación de baldosas cerámicas basado en arcilla o pasta roja también se difunde al *cluster* Emiliano y otros *clusters* de todo el mundo a través de redes internas subsidiarias de las empresas esmalteras y productoras de maquinaria.

Sin embargo, este estudio no ha analizado el resto de la cadena de valor global y como las dinámicas

descritas forman parte de un conjunto de incentivos que fomentan la innovación en ambos sectores (químico y mecánico), lo que acabará provocando un cambio en la estructura de la cadena de valor global de cerámica.

Según Meyer-Stamer (2004) y Hervás Oliver y Albors Garrigós, (2007), los *clusters* italianos y españoles están bien preparados organizativamente, disponen de mecanismos públicos y privados suficientes para proporcionar un apoyo adecuado a la cadena de valor. Sin embargo, la interacción citada así como organizaciones como el ITC y su colaboración con la Universitat Jaume I parecen funcionar mejor en Castellón (Meyer-Stamer *et al.*, 2004). No obstante, debe subrayarse que la verdadera fuerza del *cluster* de Castellón reside en su comportamiento sistémico, un mecanismo de difusión de la innovación que opera de una manera que es muy difícil de reproducir en un contexto diferente como se confirma en las entrevistas realizadas durante el desarrollo del presente trabajo. Los técnicos de cerámica de las empresas productoras de baldosas cerámicas están en contacto continuo con los técnicos de las empresas productoras de esmaltes.

Simultáneamente, las empresas de cerámica contratan ingenieros químicos especializados en cerámica y formados en el ITC y la Universitat Jaume I. En consecuencia, hay una información dinámica y un flujo de conocimiento dentro del sistema de red del clúster. Esta es la razón por la que la industria de esmaltes es la principal cooperadora con el ITC y es el sector del *cluster* con la I+D mayor. El conocimiento se transfiere a través de sus interrelaciones y los vínculos con las empresas productoras de azulejos. Al mismo tiempo, estos vínculos se fortalecen con el apoyo del ITC de las empresas de azulejos y por la contratación de técnicos experimentados en las diversas industrias. Esto crea una circulación fluida de conocimiento tácito y explícito. Este proceso es ayudado por el uso de un lenguaje común, la cultura, la comprensión, y por las relaciones personales de los trabajadores locales que están motivados implícitamente por los mismos objetivos (Meyer-Stamer *et al.*, 2004). En ambos casos, las organizaciones, y en especial la ITC, contribuyen de manera significativa a la creación de conocimiento.

ESTUDIO DEL CASO. EL DESARROLLO DE KERAJET ®

Contexto Tecnología

Como se ha mencionado, la tecnología base de los equipos mecánicos ha sido liderada por las empresas italianas. Durante la segunda mitad de la década de 1980 un cambio de paradigma de la tecnología (la mono cocción) abre nuevas oportunidades para los productores de pigmentos y esmaltes españoles que ha dado lugar a los avances tecnológicos ocurridos desde entonces. Como consecuencia, este proceso de fertilización cruzada (entre la industria de maquinaria y la química de esmaltes) ha permi-

tido a ambos *clusters* de baldosas de cerámica italiana y español liderar tecnológicamente la producción de azulejos de cerámica en los últimos 30 años (Albors, 2002; Albors Garrigos y Hervás Oliver, 2006).

Hasta 1994 el proceso de decoración en el sector de la cerámica de azulejos se basaba principalmente en la tecnología serigráfica de impresión de pantallas utilizando pantallas planas o cilíndricas (3). Este proceso requería la producción de una serie de pantallas (cuatro o seis según el número de colores básicos utilizados) para cada diseño y su sustitución cuando el desgaste era excesivo. Además, se requería la producción de grandes lotes de fabricación (10.000 m²) lo que causaba la acumulación de grandes inventarios de material debido a las variaciones de tonos.

En 1994, la empresa italiana System, lanzó la máquina Rotocolor®, que significó una innovación relevante ya que sustituía las pantallas con rodillos de polietileno grabados con láser y que transferían los patrones de diseño de color a los azulejos cerámicos. Al igual que en la serigrafía, se necesitan cuatro o seis cilindros para la gestión de los colores básicos de diseño. Aunque esta técnica supuso una mejora significativa, no resolvía los problemas de reproducción de diseño e implicaba la necesidad de técnicos especializados, que manejara el proceso de producción. Además, todavía requería el grabado electrónico de los rodillos y grandes lotes de producción. Por otra parte, existían dificultades inherentes para estabilizar el proceso cada vez que se cambiaba el diseño. Otros problemas adicionales suponían el control de la máquina, la inestabilidad del proceso y las dificultades para reproducir un determinado diseño con los tonos exactos al lote anterior. Varios competidores copiaron este diseño produciéndose una serie de litigios legales por infringir patentes.

El desarrollo de una innovación revolucionaria ↓

En 1998, un ingeniero emprendedor de Castellón con amplia experiencia en la industria cerámica, junto con un químico que trabajaba en uno de los principales productores de esmaltes y pigmentos multinacionales comenzaron a discutir nuevas posibilidades para la decoración de azulejos cerámica basadas en tecnologías digitales. En 1999, con apoyo privado y fondos públicos de CDTI (Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial) se desarrolló un primer prototipo basado en la impresión por inyección de tinta. El prototipo inicial demostró su viabilidad y facilitó la fundación de Kerajet ® en 1999. En marzo de 2000 presentaron su primer prototipo industrial en la exposición CEVISAMA, ganando el premio Alfa de Oro por su innovación. Este prototipo estaba basado en un diseño que consistía en un sistema de múltiples cabezales de inyección de tinta, *hardware* de control, *software* de transmisión de imágenes y subsistemas de gestión del sistema de inyección de tinta. Kerajet ® presentó también dos solicitudes de patentes PCT. En esta primera etapa el apoyo financiero de la empre-

sa multinacional productora de esmaltes fue crucial. Se acordó con esta que Kerajet ® desarrollaría aplicaciones de electrónica y *software* y la máquina de decoración, mientras que esta se enfocaría en el desarrollo de las tintas.

Sin embargo, la adopción de la tecnología por los productores de azulejos cerámicos no tuvo el éxito que cabía esperar. Estos se enfrentaban al dilema del innovador (Christensen, 1997). El dilema consistía en adoptar, por un lado, una nueva tecnología que pretendía cambiar la cultura de producción artesanal existente en el proceso de decoración del azulejo cerámico hacia un entorno de computación digital y, por otro lado, adoptar una tecnología cuyas ventajas no eran aparentemente tan claras, que requería un aprendizaje novedoso y que había sido inventado por una empresa española.

El papel del usuario final, los productores de baldosas cerámicas, no se puso de manifiesto hasta más tarde durante el proceso de desarrollo de la tecnología. Se mostró a los clientes finales diseños de vanguardia y las aplicaciones con las posibilidades de la nueva tecnología, como por ejemplo, imitar e incluso mejorar los modelos de materiales naturales como el mármol o la madera lo que influyó en el interés de estos hacia la decoración con la tecnología de inyección de tinta. Sin embargo, al inicio sólo tres o cuatro productores de baldosas cerámicas con capacidades y recursos en tecnologías avanzadas de producción comprendieron las nuevas implicaciones tecnológicas y se comprometieron en esta etapa temprana con la tecnología de inyección de tinta (4).

Estos dos acontecimientos, el desarrollo de tecnología de inyección de tinta digital y su lenta adopción por los productores de baldosas cerámicas, se desarrollaron en paralelo. El hecho de la influencia mutua y la comunicación entre los *clusters* de cerámica italiana y español fue esencial para la conclusión y el eventual éxito de la nueva tecnología.

La nueva tecnología se convierte en un diseño dominante ↓

La mitad de la década de los 2000 marcó el desarrollo de la tecnología de inyección de tinta como un diseño dominante (5). Kerajet ® fue desafiada por nuevos entrantes y tuvo que enfrentarse a los primeros litigios por infracción de patentes. Los cabezales de inyección de tinta para la decoración de azulejos cerámicos se comenzaron a estandarizar y los fabricantes de cabezales de inyección de tinta entraron en el mercado de la baldosa cerámica. En consecuencia, y después de un gran esfuerzo en I+D, los principales productores de esmaltes y pigmentos desarrollaron tintas especiales para la decoración de baldosas cerámicas. Esto confirmó el efecto de diseño dominante y promovió la estandarización suponiendo un estímulo a la normalización de la producción y la búsqueda de otras economías complementarias (Utterback y

Abernathy, 1975). La nueva tecnología fue reconocida como una herramienta competitiva y Kerajet® fue anegada por numerosas órdenes de compra. Se desarrollaron nuevos modelos de máquinas con mayor número de atributos y especificaciones mejoradas. Se puede estimar que actualmente hay más de 500 líneas de proceso de producción de baldosas de cerámica equipadas con máquinas Kerajet®.

Según los informantes, los elementos siguientes han sido determinantes en el éxito final de la expansión de Kerajet®. Algunos de ellos son clásicos en la literatura de emprendimiento, pero nos concentraremos en aquellos que son esenciales para los actores involucrados y la estructura del *cluster*.

Los primeros actores responsables del éxito del proyecto fueron los emprendedores iniciales. Su conocimiento de las diversas áreas características en los *clusters* españoles e italianos (productores de azulejos, proveedores de equipos, productores de esmaltes y pigmentos, clientes) combinado con sus habilidades y capacidades (tecnologías de información y comunicación, ingeniería mecánica, electrónica y química) y su visión de la industria fueron los principales impulsores del nuevo proyecto. La visión era un requisito necesario para superar el conservadurismo en la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías a los procesos de decoración de azulejos, un área donde la artesanía era el paradigma dominante.

El hecho de que los actores españoles del sector fabricante de equipos mecánicos no jugaran un papel destacado en el desarrollo hizo posible innovar en ese campo. Sin embargo, algunos de ellos han jugado un papel seguidor después. El centro de investigación ITC ha jugado un papel relevante, prestando atención a la tecnología, su difusión y contribuyendo a su estandarización.

A continuación, debemos tener en cuenta el hecho de que los emprendedores establecieron numerosos vínculos con diversas empresas dentro y fuera del *cluster* lo que abrió el *cluster* al conocimiento de otras industrias en un efecto de innovación abierta. Además, se llevó a cabo cooperación en investigación con dos fabricantes de cabezales de inyección de tinta de Europa y Japón. Esto llevó al desarrollo de cabezales de impresión a medida para el uso en el campo de la baldosa cerámica y, eventualmente, la estandarización de esta aplicación. El desarrollo de la electrónica y *software* de control y gestión de los equipos se llevó a cabo en colaboración con diversos centros de investigación y empresas externas.

Aunque existía una reticencia inicial de los productores de esmaltes y pigmentos hacia una nueva tecnología que desafiaba el *status quo* de la industria de tintas y pigmentos, una empresa multinacional de esmaltes y pigmentos contribuyó con capital social a la enorme inversión requerida inicialmente por el proyecto. Más tarde, la cooperación con los proveedores de equipos de la industria de esmaltes y pigmentos fue fundamen-

tal para el desarrollo de la innovación de procesos necesaria para la producción de las nuevas tintas.

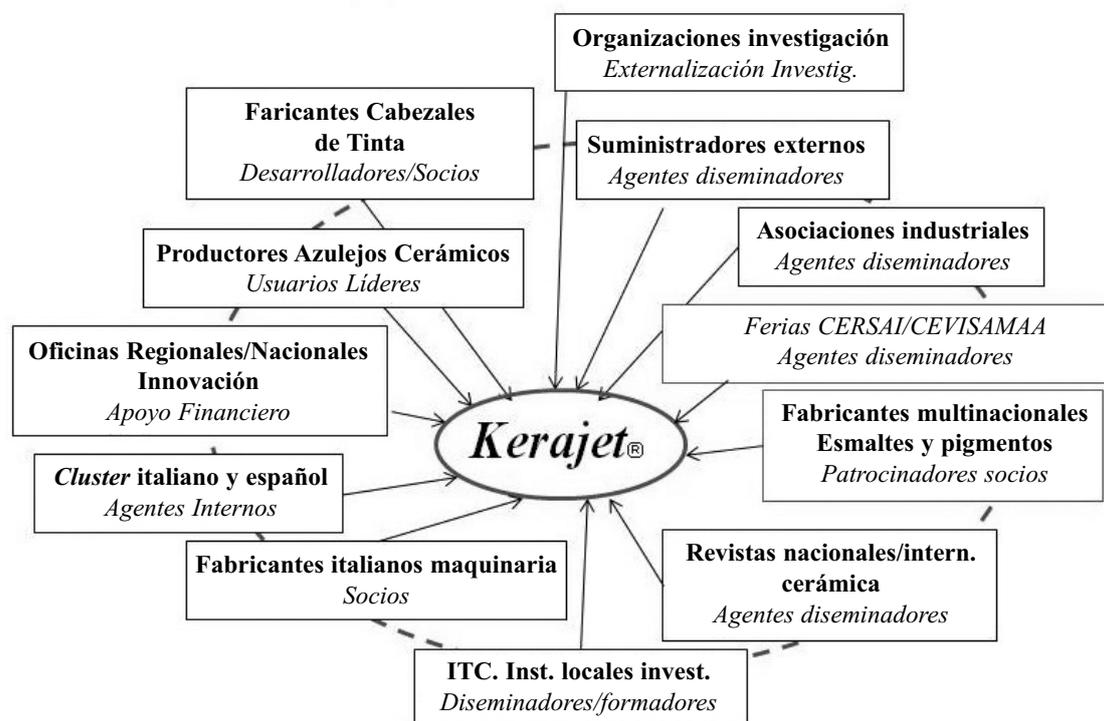
Un papel fundamental fue desempeñado por los usuarios líderes en el sector productor de baldosas cerámicas. Tres o cuatro productores en Castellón se comprometieron con la nueva tecnología, no sólo con la adquisición temprana de máquinas, sino mediante cooperando con numerosas sugerencias durante el posterior desarrollo de nuevos modelos. Ocasionalmente, un 80% de los cambios en un nuevo modelo se basó en los comentarios de estos usuarios líderes. La mayoría de ellos construyeron competencias básicas con su dominio de la nueva tecnología. Además, en el comienzo del desarrollo de la tecnología ya eran conscientes de las ventajas de costes de la tecnología de inyección de tinta y se beneficiaron de su diseño y mejoras logísticas. Cuando la tecnología de inyección de tinta comenzó a ser popular a algunos usuarios líderes, casi habían sustituido todas sus líneas de impresión de pantalla por equipos digitalizados de inyección de tinta.

Las agencias regionales de innovación, tales como IMPIVA y de innovación nacional, como el CDTI, acogieron las propuestas de proyectos con una actitud positiva que facilitó su desarrollo con subvenciones y financiamiento blando desde el comienzo hasta las etapas finales. Su apoyo fue fundamental para la sostenibilidad del proyecto de I+D. Además, la participación en un programa europeo de investigación ayudó en el esfuerzo de difusión.

Como se ha mencionado, los *clusters* de baldosas de cerámica española e italiana estaban bien interconectados. Se asumía el supuesto de que todos los esfuerzos de innovación en el proceso de decoración se lideraban por los fabricantes de equipos mecánicos italianos, mientras que la innovación química lo era por las empresas de esmaltes y pigmentos españoles. Por otro lado, la cultura de la industria cerámica era bastante conservadora y, al mismo tiempo, la adopción de tecnologías de la información era aceptable en las áreas de comercialización y distribución pero todavía era escasa en las áreas de producción (Albors et al, 2009; Herva-Oliver y Albors-Garrigós, 2011). Por lo tanto, la industria cerámica tenía una actitud pasiva, pero exigente, en cuanto a desempeño, hacia la nueva tecnología de decoración digital aunque observaba su desarrollo con atención. Las ferias de exposición de la industria cerámica en todo el mundo, CERSA en Italia y CEVISAMA en España, fueron escenarios de la progresión de la tecnología durante los años 2000. Se exhibían cada año nuevos equipos y los productores de baldosas cerámicas mostraban diseños de vanguardia con imitación de mármol, piedras naturales, así como decoraciones clásicas de época basadas en la nueva tecnología.

La Figura 1, en página siguiente, ilustra los efectos de redes y asociaciones en el proceso de innovación que condujo al desarrollo de la nueva tecnología de inyección de tinta.

FIGURA 1
ELEMENTOS FACILITADORES EN EL DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA



FUENTE: Elaboración propia.

DISCUSIÓN. PRINCIPALES IMPLICACIONES DE RESULTADOS

Este caso destaca la importancia del capital social en la dinámica de innovación en *clusters* como señalan Landry *et al* (2002). Por otra parte, los efectos de la asociación son evidentes como han señalado diversos autores (Angel, 2002; Beckman y Hauschild, 2002). En este caso, el *cluster* es un lugar en el que la interacción social, el contexto y los esquemas cognitivos compartidos construyen el marco adecuado para el aprendizaje y la creación de conocimiento.

El caso destaca la importancia de la diversidad de la red como un facilitador de la innovación radical, así como el número de contactos que interactúan (Quimet *et al*, 2004). Desde este punto de vista, la innovación radical en un *cluster* requiere altos niveles de innovación social y, además, reunir el capital, la confianza, el entendimiento mutuo y los valores compartidos y, en una fase muy temprana, todos los diferentes grupos de interés que son fundamentales en el proceso de innovación (Reid y Carroll, 2007).

La pregunta más notable que este caso plantea es un cambio en el patrón innovador donde las empresas mecánicas productoras de equipo del *cluster* italiano lideraban las innovaciones en ingeniería mecánica de los procesos de fabricación de baldosas cerámicas: líneas de proceso de atomización, prensas de bizco-

cho, impresión con pantallas o huecograbado, dosificación de esmaltes, hornos de cocción, líneas de envasado etc., mientras que las empresas de esmaltes y pigmentos españoles lideraban la innovación en el área química. Estas empresas tenían el rol de guardianes en la estructura social del *clúster*. Por lo tanto, en nuestro caso es una empresa foránea la retadora del *status quo* tecnológico actual (Raider, 1998). Así, siguiendo a Noteboom (2004), las novedades emergentes no podrán alcanzar su potencial en virtud de las limitaciones sistémicas impuestas por las estructuras existentes, las prácticas y la forma de pensar si el *cluster* o la red es incapaz de hacerles frente.

Por ello, se debe contemplar un nuevo paradigma en el análisis de los *clusters* en un entorno menos estable y más complejo: los *clusters* como sistemas complejos adaptativos (Chorafakis y Laget, 2008; Martín y Sunley, 2011). Como Chorafakis y Laget (2008) proponen, éstos se componen de sistemas multiagente constituidos por agentes adaptativos. Estos (Kerajet en nuestro caso), son capaces de hacer frente a las propiedades emergentes, generar innovaciones radicales, adaptándose a los cambios del entorno, restaurar la estabilidad interna (para hacer frente a un nuevo diseño dominante radical), adaptándose a la dinámica compleja, etc. Este nuevo paradigma del *cluster* permitirá entender cómo los *clusters* dinámicos pueden hacer frente a la incertidumbre y el cambio como es nuestro caso.

¿Cuáles fueron los factores que facilitaron el desarrollo de una tecnología radicalmente innovadora con impacto global? La cultura de ingeniería mecánica prevalente en las empresas productoras de baldosas cerámicas obstaculizaba a las empresas mecánicas italianas el detectar y aprovechar las oportunidades de las tecnologías de información en el proceso de decoración cerámica. La complejidad de la tecnología requería un contexto más abierto (Bell y Abu, 1999). Sin embargo, en el *cluster* español, la visión y las habilidades de los ingenieros de Kerajet y su alianza con uno de los principales productores de pigmentos y su apoyo financiero facilitaron el romper el paradigma innovador existente, a pesar de que se tardaron años en llegar a un nivel amplio de adopción. Sin embargo, la mayoría de los observadores del sector señalan que si la innovación se hubiera desarrollado en Italia la tasa de adopción hubiera sido más rápida debido al efecto principal de sus empresas de ingeniería mecánica. Asimismo, la cultura electrónica y las redes de los ingenieros de Kerajet facilitó así el contacto y la colaboración con las empresas líderes de inyección de tinta que desarrollaron cabezales de impresión adaptados a esta aplicación cerámica. Sus vínculos de redes especiales facilitaron sus procesos de aprendizaje (Noteboom, 2004). Asimismo, un papel fundamental fue desempeñado por los usuarios líderes (algunos de ellos PYMEs), que fueron capaces de identificar y adoptar nuevos paradigmas tecnológicos que podrían reforzar su competitividad (von Hippel, 1986). Su contribución fue fundamental para el desarrollo de la nueva tecnología mediante el establecimiento de nuevas colaboraciones organizativas (prácticas) durante las nuevas fases de desarrollo de productos (Foss *et al.*, 2010). Por último, la interacción entre los *clusters* de baldosas de cerámica italiana y española con dos exposiciones internacionales comunes en Valencia y Bolonia también posibilitó reuniones anuales regulares y un foro de discusión con los principales clientes y otros competidores que colaboraron en la difusión de la tecnología (Hervás Oliver y Albors Garrigós, 2007).

Sin embargo, quizá el hecho de poder contar con disrupciones tecnológicas en *clusters* tradicionales fue propiciado por dos elementos menos explorados, y de alguna manera poco estudiados, en la literatura de los *clusters*: la incorporación de conocimientos de otros sectores y el rol de las nuevas empresas. En primer lugar, la literatura de los *clusters* ha versado, principalmente, en innovaciones incrementales (Asheim, 1996), no teniendo en cuenta el hecho de que el conocimiento de otros sectores puede trasvasarse y adoptarse en un *cluster*. En el caso expuesto, una tecnología de impresión típica de las industrias de ordenadores, con empresas como HP, Xaar, Fuji, Minolta y otras, se traslada y recombina con el conocimiento propio de la producción de azulejos cerámicos.

Además, dicha adaptación hubiera sido imposible sin el rol de las empresas nuevas. Precisamente, las empresas existentes (*incumbents*) no poseen las capacidades de la nueva tecnología porque provenían

de otro sector. De ahí que las empresas nuevas, sean las que van a realizar el proceso de difusión y adaptación de la nueva tecnología al lenguaje local existente. Por una parte, las nuevas empresas (Xaar o Seiko) aportaron la tecnología, y la empresa nueva (Kerajet), libre de las trabas, activos, procesos y rutinas propios de la anterior tecnología de decoración (Rotocolor) pudo realizar el papel de interfaz, actuando de puente entre los dos mundos: la nueva tecnología y el *cluster* maduro de la cerámica. En el sentido de Henderson (1993), las empresas nuevas no tienen que desprenderse de rutinas, tecnologías y activos anclados en la anterior tecnología, realizando más fácilmente el proceso de transición. Así, observamos el rol de las nuevas empresas en el proceso de rejuvenecimiento de un *cluster* maduro.

CONCLUSIONES

Como se muestra en este trabajo, los *clusters* son un entorno adecuado para acoger innovaciones, incluso las más revolucionarias, debido a la presencia de usuarios líderes, compartiendo paradigmas y comprensiones comunes, lazos sociales que mantienen unidos a los diferentes componentes (centros tecnológicos, asociaciones, centros educativos, industrias relacionadas, *et.*). De hecho, las industrias de tecnología media-alta, maquinaria en Italia y esmaltes y pigmentos en España, fueron las empresas que alimentan a los productores de productos del tipo *commodity* (azulejos de cerámica), siguiendo el modelo de los sistemas de innovación (Nelson, 1993). Además, y tras la aportación seminal de Tallman *et al.* (2004), la difusión de los nuevos conocimientos se produce dentro del *cluster*, debido al hecho de que el conocimiento estructural, es decir los recursos y capacidades del *cluster*, pueden volver fácilmente a enmarcar su estructura y asimilar y absorber el nuevo conocimiento generado en los contextos locales. La difusión de estos nuevos conocimientos a otros territorios llevará más tiempo, especialmente para los recién llegados, debido a la falta de conocimiento estructural propio o capacidad de absorción (Cohen y Levinthal, 1990) para dar cabida a los paradigmas generados en el mundo desarrollado.

La ventaja del enfoque especializado industrial de los *clusters* ha sido útil en este caso, proporcionando un ecosistema de innovación capaz de convertir y asimilar nuevo conocimiento, incluso de carácter radical y disruptivo. El caso también muestra cómo las empresas establecidas en los *clusters* explotan sus recursos locales específicos, así como el conocimiento externo para el desarrollo de oportunidades de mercado y el papel que la especialización de los proveedores juega en desarrollos innovadores.

Una nueva consideración de los *clusters* en una economía globalizada y en entornos más complejos y competitivos es necesaria para la comprensión de la dinámica del *cluster*. La interconexión de *clusters* a través de la cadena de valor requiere un análisis más profun-

do para comprender cómo el conocimiento, así como los productos, fluyen a través de los *clusters* y rediseñan la CVBC. Así, en general, podemos afirmar que la apertura (*openness*) de los *clusters* es vital para mantener al *cluster* competitivo (Eisingerich *et al.*, 2010), así como los vínculos externos (*global pipelines*, Bathelt *et al.*, 2004) para incorporar conocimiento externo al *cluster* y a la temática (tecnología) del mismo (Menzel y Fornahl, 2010).

El estudio de este caso también señala cómo la innovación radical es posible también en baja o media tecnología o en *clusters* tradicionales, aunque el efecto del dilema del innovador puede ser más fuerte que en los grupos de alta tecnología, donde la adopción de innovaciones es más rápida y sigue un camino más claro. Nuestros resultados también confirman las conclusiones de Robertson y Patel (2007) argumentando que las industrias de alta tecnología se alimentan del conocimiento de las de baja tecnología.

En cuanto al marco de los usuarios líderes, su papel contribuyó especialmente al desarrollo de la tecnología y de las fases de adopción en las fases iniciales del proyecto. Por otra parte, la literatura académica no ha examinado suficientemente el rol de los usuarios líderes en los *clusters*. Su proximidad e integración facilita su identificación y su contribución en los *clusters*. En este caso, estos tenían un perfil especial, ya que no se encontraban entre los productores líderes de baldosas cerámicas, pero posían un liderazgo más técnico desde el punto de vista de la producción.

Desde la perspectiva de la formulación de políticas, lo que hemos aprendido de este caso es que los *clusters* son un buen entorno y un contexto con el objeto de fomentar la innovación, la creación y su difusión, esto es, constituyen el ecosistema adecuado para innovar. Además, es importante destacar que la presencia de sectores de tecnología media-alta o alta en las agrupaciones tradicionales de baja tecnología es vital. Así, las autoridades deberían fomentar la atracción de capital nacional o extranjero en actividades de valor añadido que puedan complementar y reforzar las industrias tradicionales de la zona para asegurar la conexión de los *clusters* locales de la CVBC, haciendo los *clusters* más completos en cuanto a las partes que componen su cadena de valor y productiva, evitando excesivas concentraciones de actividades que no pueden incorporar alto valor añadido y promoviendo la transformación de las actividades bajas en conocimiento y tecnología en lo contrario. Por último, resulta totalmente necesario fomentar la apertura del *cluster* a nuevas tecnologías, empresas y conocimiento, con el fin de evitar el *lock-in* y fomentar la revitalización o rejuvenecimiento del *cluster*.

(*) El autor agradece el apoyo del proyecto ECO: 2010:17318 Innoclusters del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) del Gobierno de España, en el marco del Plan Nacional.

NOTAS†

- [1] Un régimen tecnológico puede definirse como una combinación particular de cuatro factores fundamentales. oportunidades tecnológicas, apropiabilidad de los resultados de las innovaciones, acumulabilidad de los avances tecnológicos y propiedades de la base de conocimiento (Breschi *et al.* 2000:391).
- [2] Las empresas esmaltadas líderes (4 o 5) poseen subsidiarias en todos los países productores de cerámica donde también producen esmaltes.
- [3] La serigrafía es una forma de impresión en la que la tinta se fuerza a pasar a través de huecos en una pantalla de seda o nylon (actualmente poliésteres) para imprimirse en la baldosa ya esmaltada
- [4] Los denominaremos usuarios líderes.
- [5] Término clásico introducido por Utterback and Abernathy en 1975 identificando atributos tecnológicos críticos que llegan a constituir un estándar.

BIBLIOGRAFÍA‡

- ACIMAC, 2005. Nota de prensa, nº 2, 2005, disponible en www.acimac.it
- ALBORS, J. (2002): Networking and Technology Transfer in the Spanish ceramic tiles cluster: Its role in the sector competitiveness, *The Journal of Technology Transfer*, vol. 27, nº 3, pp. 263-273.
- ALBORS, J. y HERVÁS OLIVER, J.L. (2006): The European tile ceramic industry in the XXI century. Challenges of the present decade. *Bol. Soc. Esp. Ceram.* vol. 45, nº 1, pp. 13-21.
- ALBORS, J. y HERVÁS OLIVER, J.L. (2011): Global value chain re-configuration through external linkages and the development of newcomers: a global story of clusters and innovation, *Int. J. Technology Management*, vol. 55, nº 1-2, pp. 82-109.
- ALBORS, J.; HERVÁS OLIVER, J.L. Y MÁRQUEZ, P. (2006): Contingent adoption of production technology in the Spanish tile ceramic cluster. An empirical study, *Bol. Soc. Esp. Ceram.* vol. 45, nº 5, pp. 338-345.
- ALBORS, J.; HERVÁS OLIVER, J.L. Y MÁRQUEZ, P. (2009): Internet and mature industries. Its role in the creation of value in the supply chain. The case of tile ceramic manufacturers and distributors in Spain, *International Journal of Information Management*, vol. 29, nº 6, pp. 476-482.
- ÁNGEL, D.P. (2002): «Inter-Firm Collaboration and Technology Development Partnerships within US Manufacturing Industries», *Regional Studies*, vol. 36, nº 4, pp. 333- 344.
- ASHEIM, B.T. y GERTLER, M.S. (2004): Regional Innovation Systems and the Geographical Foundations of Innovation. in: Fagerberg, J., Mowery, D. & Nelson (eds.) *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- ASHEIM, P. (1996): Industrial districts as «learning regions», *European Planning Studies*, nº 4, pp. 379-400.
- ASCEP (2008.): Estudio económico del sector del azulejo 2007, Castellón. Disponible en <http://www.ascep.es> (bajado en septiembre 2008).
- ASHEIM, B.T. y COENEN, L. (2005): Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters, *Research Policy*, nº 34, pp. 1173-1190.
- ASSOPIASTRELLE, (2008): www.assopiastrelle.it, Assopiastrelle; accedida en julio 2008 (en Italiano).
- ASSOPIASTRELLE, (2007): Indagine Statistica Nazionale. Italian ceramic industry. Assopiastrelle
- BECKMAN, C.M. y HAUNSCHILD, P.R. (2002): Network Learning: The Effects of Partners' Heterogeneity of Experience, *Administrative Science Quarterly*, nº 47, pp. 92-124.
- BELL, M. y ABU, M. (1999): Knowledge systems and technological dynamism in industrial clusters in developing countries. *World development*, vol. 2, nº 9, pp. 1715-1734.

- BRESCHI, S.; MALERBA, F. y ORSENIGO, L. (2000): Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation, *The Economic Journal*, nº 110, pp. 388-410.
- BRESCHI, S. y LISSONI, F. (2001): Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey, *Industrial and Corporate Change*, nº 10, pp. 975-1005.
- BATHELT, H.; MALMBERG A. y MASKELL P. (2004): «Clusters And Knowledge: Local Buzz, Global Pipelines And The Process Of Knowledge Creation», *Progress In Human Geography*, nº 28, pp. 31-56.
- COHEN, W. y LEVINTHAL, D. (1990): Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, pp. 128-152.
- CHORAFAKIS, G. y LAGET, P. (2008): Meso-economic structure, Innovation and Complexity: The concept of Meso-economic Plexus in Knowledge Matters: Technology innovation and Entrepreneurship in Carayannis, E. and Formica, P. eds. *Innovation networks and knowledge clusters*, Palgrave Mc Millan, Basingstoke, U.K.
- CHRISTENSEN, C. M. (1997): The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail. *Harvard Business Press*, Cambridge, Mass.
- DUBE, L. y PARE, G. (2003): Rigor in information systems positivist case research: current practices, trends, and recommendations, *MIS Quarterly*, vol. 27, nº 4, pp. 597-635.
- EISINGERICH, A., BELL, S.J. Y TRACEY, P. (2010): How can clusters sustain performance? The role of network strength, network openness, and environmental uncertainty, *Research Policy*, vol. , pp. 239-253.
- FOSS, J.F.; LAURSEN, K. y PEDERSEN, T. (2011): Linking Customer Interaction and Innovation: The Mediating Role of New Organizational Practices: Linking Customer Interaction and Innovation, *Organization Science*, vol. 22, nº 4, pp. 980-999,
- GIULANI, E., (2007): The wine industry: persistence of tacit knowledge or increased codification? Some implications for catching-up countries, *International Journal of Technology and Globalisation*, vol. 3, nº 2-3, pp. 138-154.
- HENDERSON, R. (1993): Underinvestment and incompetence in response to radical innovations: evidence from the photolithographic alignment equipment industry, *The Rand Journal of Economics*; summer 1993; vol. 24, nº 2, pp. 248-270
- HERVÁS OLIVER, J.L. y ALBORS GARRIGÓS, J. (2008): «Local knowledge domains and the role of MNE affiliates in bridging and complementing a cluster's knowledge» *Entrepreneurship and Regional Development*, vol. 20, issue 6, november, pp. 581-598
- HERVÁS OLIVER, J.L. y ALBORS GARRIGÓS, J. (2007): Do the cluster's resources and capabilities matter? An application of resource-based view in clusters. *Entrepreneurship and Regional Development*, vol. 19, nº 2, pp. 113-136.
- HERVÁS OLIVER, J.L. y ALBORS GARRIGÓS, J. (2009): The role of the firm's internal and relational capabilities in clusters: when distance and embeddedness are not enough to explain innovation, *Journal of Economic Geography*, nº 9, pp. 263-283.
- HERVÁS OLIVER, J.L. y ALBORS GARRIGÓS, J. (2011): Resources and Innovation in Low-tech Industries: An Empirical Study of Clusters in Spain and Italy in (eds.) Paul L. Robertson and David Jacobson «*Knowledge Transfer and Technology Diffusion*». Edwar Elgar Publishers, UK.
- LANDRY, R.; AMARA, N. y LAMARI, M. (2002): «Does Social Capital Determine Innovation? To What Extent?», *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 69, nº 7, pp. 681-701.
- Lissoni, F. (20019): Knowledge codification and the geography of innovation: the case of Brescia mechanical cluster, *Research Policy*, vol. 30, nº 9, pp. 1479-1500.
- MARTIN, R. y SUNLEY, P. (2011): Conceptualizing Cluster Evolution: Beyond The Life Cycle Model? *Regional Studies*, vol. 45, nº 10, pp. 1299-1318.
- MENZEL, M. y FORMALH, D. (2010): Cluster life cycles- Dimensions and rationales of Cluster Evolution. *Industrial and Corporate Change*, vol. 19, nº 1, pp. 205-238.
- MORRISON, A. (2008): Gatekeepers Of Knowledge Within Industrial Districts: Who They Are, How Do They Interact?, *Regional Studies*, vol. 42, nº 6, pp. 817-835.
- MEYER-STAMER, J.; MAGGI, C. y SEIBEL, S. (2004): Upgrading in the tile industry of Italy, Spain and Brazil, in Schmitz, H. (ed.), *Local Enterprises in the Global Economy: Issues of Governance and Upgrading* (Cheltenham: Edward Elgar).
- NELSON, R. y WINTER, S (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, The Belknap Press of Harvard University, London
- NELSON, R.R., (1993): *National innovation systems: a comparative study*. Oxford
- NOTEBOOM, B. (2004): *Inter-firm collaboration, learning and networks: An integrated approach*. London: Routledge.
- OUIMET, M.; LANDRY, R. y AMARA, N. (2004): Network positions and radical innovation: a social network analysis of the Quebec optics and photonics, Proceedings, DRUID Conference on Industrial Dynamics, Innovation and Development, Elsinore, Denmark.
- PAVITT, K. (1984): Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory, *Research Policy*, nº 13, pp. 343-373.
- RAIDER, H. J. (1998). Market Structure and Innovation, *Social Science Research*, nº 27, pp. 1-21.
- REID, N. y CARROLL, M.C. (2007): The Dynamics of Cluster Formation in Accelerated Radical Innovation: Bridging the Inception to Implementation Gap, Proceedings Portland International Conference on Management of Engineering & Technology, Portland Oregon.
- ROBERTSON, P. y PATEL, P. (2007): New wine in old bottles: Technological diffusion in developed economies, *Research Policy*, nº 36, pp. 708-21.
- STEINLE, C. y SCHIELE, C (2002): When do industries cluster? A proposal on how to assess an industry's propensity to concentrate at a single region or nation, *Research Policy*, nº 31, pp. 849-858.
- TALLMAN, S. et al. (2004): «Knowledge, clusters and competitive advantage». *Academy of Management Review*, vol. 29, nº 2, pp. 258-271.
- UTTERBACK, J.M. y ABERNATHY, W.J.A. (1975): Dynamic Model of Product and Process Innovation, *Omega*, nº 36, pp. 639-656.
- VON HIPPEL, E. (1986): Lead users: A source of novel product concepts. *Management Sci.* vol. 32, nº 7, pp. 791-805.

