



# DUALIDAD DEL PROCESO DE INNOVACIÓN

## THE DUALITY OF THE INNOVATION PROCESS

**Jesús Álvarez Santos**  
Ingeniero Industrial  
Universidad de León

**José A. Miguel Dávila**  
Dr. Administración y Dirección  
de empresas  
Universidad de León

**Recibido:** 28/05/08  
**Aceptado:** 14/07/08

### RESUMEN

Este artículo proporciona una base teórica para justificar la necesaria dualidad del proceso de innovación y su relación con las competencias innovadoras de una empresa: la explotación del conocimiento tecnológico utilizado habitualmente por la empresa y la exploración de nuevo conocimiento. Exploración y explotación son dos conceptos centrales en la investigación sobre adaptación organizativa cuya incompatibilidad está basada en la competencia por los mismos recursos para objetivos diferentes; las fórmulas organizativas ambidexas o el equilibrio interrumpido son dos alternativas para su coexistencia.

**Palabras clave:** Organizaciones ambidexas, Equilibrio Interrumpido, Exploración, Explotación.

### ABSTRACT

*This paper develops a theoretical framework for an explanation of dual-*

*ity in innovation processes and its relationship with specific types of innovation competences: exploration and exploitation. Both exploration and exploitation have emerged as central issues in organizational adaptation research, yet they are fundamentally incompatible. Ambidextrous organizational forms and punctuated equilibrium provide the context for their coexistence.*

**Key words:** *Ambidexterity, Punctuated Equilibrium, Exploration, Exploitation.*

### 1. PROCESO DE INNOVACIÓN Y TIPOS DE INNOVACIONES

El proceso de innovación genera un cambio de estado, transformando entradas intensivas en conocimiento en nuevos productos, servicios u otros procesos, o mejoras sustanciales significativas de los ya existentes. Por tratarse de un proceso, cuenta con una secuencia e interacción de fases y recursos cuyos criterios de

funcionamiento, su medición y su mejora son de naturaleza compleja. Además, la extensión del fenómeno a productos, procesos, mercados o, incluso, formas de organización dificulta la existencia de una categorización de innovaciones comúnmente aceptada, aunque la clasificación radical / incremental junto con la de producto / proceso están consideradas como las más importantes en los trabajos sobre innovación tecnológica.

Las innovaciones de producto aparecen cuando el conocimiento tecnológico se materializa en el desarrollo de productos novedosos o en mejoras de los existentes. Por otro lado, las innovaciones de proceso surgen cuando, sin alterar las prestaciones del producto, el nuevo conocimiento genera nuevos procesos de producción o cambios técnicos de los existentes, aunque "en realidad, ambas clases de innovaciones suelen estar entrelazadas y la distinción entre ambas suele ser arbitraria" 1:78.

La clasificación radical/incremental está basada en el grado de novedad de la tecnología incorporada al resultado del proceso de innovación. Según este criterio podemos encontrar

trar innovaciones incrementales basadas en mejoras progresivas y continuas del conjunto de tecnologías existentes en la empresa [2, 3] e innovaciones radicales, cuyo grado de novedad genera una transición sin precedentes en las funciones y características del producto así como en la experiencia de los usuarios, alterando las reglas del mercado y el posicionamiento de las empresas competidoras [4].

## 2. EVOLUCIÓN E INCERTIDUMBRE DEL PROCESO DE INNOVACIÓN

La evolución tecnológica está caracterizada por largos períodos de cambios de naturaleza incremental en los que la mayoría de las empresas

el conocimiento tecnológico disponible, aunque pueden atribuirse algunas discontinuidades a la evolución del proceso de innovación basadas en la incorporación de tecnologías completamente nuevas y en la transformación de los mercados ante las oportunidades ofrecidas por una nueva tecnología. La introducción de nuevas tecnologías a través de innovaciones radicales altera la trazabilidad tecnológica propia de los largos periodos de cambio incremental así como la estructura de los mercados conocidos, modificando el posicionamiento de las empresas competidoras.

Cualquier innovación está acompañada de un determinado grado de incertidumbre; nunca se puede conocer con absoluta certeza los resultados de un proyecto de inversión para

los cambios fundamentales que deben incorporarse en el producto para la aceptación extendida del mismo. Las razones de la resistencia a las innovaciones radicales no están directamente relacionadas con los atributos del producto, sino que requieren un mayor esfuerzo psicológico y de aprendizaje por parte de los clientes; convertirse en usuario de una nueva tecnología es un proceso de mutuo ajuste. Por ello, la percepción de las cualidades de una innovación radical es importante para su aceptación, aunque conocer las razones del rechazo también es determinante para incorporar otros atributos o tecnologías y conseguir una aceptación más extendida.

## 3. INCERTIDUMBRE ASOCIADA A LAS INNOVACIONES RADICALES: UNA OPORTUNIDAD PARA LOS NUEVOS COMPETIDORES

Las innovaciones radicales suelen estar ligadas a un notable esfuerzo en I+D. Una vez concluido un proyecto de I+D, las posibilidades de utilización de la nueva tecnología son causantes de muchas de las discontinuidades que se atribuyen a las innovaciones radicales. Algunos ejemplos históricos son los siguientes [1]:

**Marconi**, el inventor de la radio, pensaba en una utilización limitada de su descubrimiento a la comunicación entre dos puntos con imposibilidad de existencia de cable telefónico y un mercado formado por organizaciones navales, ejércitos u otros colectivos que necesitasen intercambiar mensajes privados; nunca imaginó que se convertiría en un medio de comunicación de masas. **David Sarnoff**, un inmigrante de EE.UU. de origen ruso, percibió un uso potencial de la tecnología de la radio para la transmisión de noticias, música y otras formas de distracción, convirtiéndose en el primer director comercial de la *Radio Corporation of America (RCA)*.

**IBM** no percibió a tiempo el mercado potencial de los ordenadores personales. A mediados del siglo pasado su presidente, **Thomas Watson**,



basan el esfuerzo innovador en el conjunto de tecnologías que utilizan habitualmente. Son momentos de estabilidad caracterizados por la mejora continua de las habilidades que fundamentan el éxito empresarial por parte de cada uno de los competidores del sector [4]. Las mejoras sucesivas que se incorporan a los automóviles nuevos o a los ordenadores personales son un ejemplo de innovaciones incrementales.

La importancia de las innovaciones incrementales muestra la naturaleza esencialmente continua del proceso de innovación [1]; la mayoría de las empresas concentran sus esfuerzos en mejorar los productos existentes con

innovar. Los periodos de evolución incremental reducen esa incertidumbre alineando las mejoras introducidas con las necesidades y expectativas de los clientes conocidos.

Pero la incertidumbre de las innovaciones radicales es más elevada por el alcance de la novedad; por un lado, se encuentra la novedad tecnológica que impide estimar la viabilidad y velocidad de desarrollo de la nueva tecnología hasta la aparición de un diseño dominante y, por el otro, la del mercado, provocando la ausencia de conocimiento sobre la reacción de los clientes actuales, los requerimientos de los nuevos clientes, sus reacciones ante la novedad o



rechazaba la idea de la extensión de la tecnología informática al uso doméstico o personal, restringiendo sus esfuerzos al desarrollo de equipos de gran tamaño para uso industrial. **Apple**, una empresa de reciente creación, experimentó el éxito de sus ordenadores personal a finales de 1970; hasta los años 80, **IBM** no se decidió a fabricar su primer PC.

Existen casos en los que se desconoce cualquier aplicación de una nueva tecnología desde el momento de su aparición. Un ejemplo es el láser, actualmente utilizado en equipos médicos de precisión, reproducción de información (CD, DVD), impresoras láser, máquinas herramienta, etc., aunque su mayor impacto está en el mundo de las telecomunicaciones en combinación con la fibra óptica. El mejor cable telefónico trasatlántico podía transmitir 138 comunicaciones simultáneamente, el primer cable de fibra óptica instalado en 1988, podía transmitir 40.000; la capacidad actual es de millones de comunicaciones simultáneas. Esta tecnología se desarrolló en los laboratorios **Bell**, la mayor operadora de telecomunicaciones de **EE.UU.** Sin embargo, según **Charles Townes**, Premio Nobel por sus investigaciones sobre láser, el departamento de patentes de **Bell** se negó a patentar el amplificador de frecuencias ópticas porque se trataba de una tecnología que tenía poco que ver con los intereses de **Bell System**. Este mismo error lo podría llegar a cometer cualquier empresa que evalúe el uso de una nueva tecnología solamente en función de las mejoras predecibles sobre el conocimiento utilizado habitualmente; por ejemplo, **General Electric**, ya que uno de los criterios que utiliza para evaluar las ideas innovadoras es que "el producto propuesto encaje fielmente con el núcleo de negocio de **General Electric**" [10:47].

La incertidumbre de las innovaciones radicales está relacionada con los usos alternativos de la nueva tecnología o el momento de aparición de un diseño dominante. Además puede ser aprovechada por otras empresas que, sin ser pioneras en la utilización

de la nueva tecnología incorporada, son capaces de identificarla, asimilarla y utilizarla. Del mismo modo, también pueden introducirse en el nuevo mercado asociado y aportar mejoras incrementales en el nuevo producto hasta su aceptación por los nuevos clientes. Las empresas deben tener presentes las posibles discontinuidades derivadas de una innovación radical y estar preparadas para la adquisición de nuevas competencias tecnológicas; acomodarse en los largos periodos de innovación incremental supone una debilidad para poder afrontar la adaptación ante la aparición de nuevas tecnologías.

#### 4. DESARROLLO SIMULTÁNEO DE INNOVACIONES RADICALES E INCREMENTALES: EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

La mayor diferencia entre las innovaciones radicales e incrementales es el grado de novedad tecnológica incorporada a la innovación y, por lo tanto, el grado de nuevo conocimiento insertado en la misma [5]. La relación entre ambos tipos de innovaciones con el posicionamiento competitivo de la empresa ha despertado el interés por su coexistencia; por un lado, los largos periodos de evolución incremental y, por el otro, el aprovechamiento de las discontinuidades propias de las innovaciones radicales. Así lo demuestran las recientes investigaciones para conocer

Las innovaciones incrementales no parten principios científicos novedosos, sino del conjunto de conocimientos tecnológicos que posee y domina la empresa y otras formas de aprendizaje pertenecientes a su entorno [6], por ejemplo, mediante la experiencia de los clientes habituales. En cuanto a las innovaciones radicales "suelen estar asociadas a un esfuerzo considerable de I+D" [1:94], parten "de una tecnología completamente novedosa asociada a principios científicos o ingenieriles" [2:328] y no están basadas en la experiencia de los clientes y mercados conocidos, pues tienen su origen en la exploración de ambientes cargados de incertidumbre y complejidad [4].

Aunque la mayor parte de las innovaciones son mejoras incrementales continuas de los productos habituales, las empresas no solo deben explotar la variedad de conocimientos tecnológicos que emplean habitualmente, sino que deben mantener una actitud expectante frente a las tecnologías que no poseen y pueden llegar a necesitar, asumiendo determinados riesgos asociados a dicha exploración. La capacidad de operación bajo ambos requerimientos es una actitud ejemplar para la innovación tecnológica que se localiza en empresas que han sido denominadas como "organizaciones ambidextras". El funcionamiento dual del proceso de innovación se representa en la Figura 1.

La exploración está vinculada con la búsqueda de nuevo conocimiento,



Figura 1. Entradas y Salidas del Proceso de Innovación en "organizaciones ambidextras"

Fuente: Elaboración propia.

las condiciones que permiten a las empresas desarrollar ambos tipos de innovaciones: radicales e incrementales [2, 4, 3].

nuevos mercados, experimentación con nuevas tecnologías, mientras que la explotación está relacionada con la eficacia y eficiencia a corto plazo, ba-

sadas en la utilización de los recursos tecnológicos empleados habitualmente por la empresa [7]. La exploración se encuentra fuera del alcance rutinario de la empresa, el grado de incertidumbre es elevado y la evaluación de los resultados no es inmediata. A pesar de la contrariedad en los rasgos, la empresa debe buscar su coexistencia en el proceso de innovación [4].

### 5. MODELOS DE DUALIDAD EXISTENTES EN LA LITERATURA CIENTÍFICA: EQUILIBRIO INTERRUPTIDO Y ORGANIZACIONES AMBIDEXTRAS

Actualmente, las alternativas de dualidad más extendidas en la literatura científica sobre innovación tecnológica son las “organizaciones ambidextras” y el “equilibrio interrumpido”. La persecución simultánea de explotación y exploración del conocimiento es el llevado a cabo por las “organizaciones ambidex-

de atención al cliente y el de I+D son, respectivamente, dos ejemplos de las unidades señaladas. Si esas mismas unidades son subsistemas duales, es decir, pueden modificar su orientación en el tiempo hacia la exploración o la explotación, el mecanismo de dualidad para ellas se denomina “equilibrio interrumpido” [8]; la Figura 2 describe el tipo de dualidad requerida en función del nivel de análisis.

Consideremos un sistema compuesto por dos subsistemas interrelacionados A y B. En  $T_1$  el subsistema A está enfocado a la exploración, mientras que el subsistema B lo está a la explotación; en el instante  $T_2$  el subsistema A cambia a explotación y el B a exploración, etc.; así hasta  $T_N$ . La adaptación a lo largo del tiempo de ambos subsistemas se ha efectuado mediante “equilibrio interrumpido” (preferencia temporal y cíclica), mientras que la adaptación del sistema a largo plazo se ha efectuado de forma ambidextra (coexistencia de exploración y explotación).

ta simultaneidad, ya que requiere de la coexistencia de estrategias y estructuras muy diferentes, con tensiones difíciles de conciliar; precisamente el balance exploración-explotación a que hace referencia la literatura científica consiste en el equilibrio de conflictos entre ambas tendencias [3], [8], [9]

El balance entre explotación y explotación a partir de “organizaciones ambidextras” está más relacionado con el diseño organizativo que con la actitud de la empresa hacia el entorno, tal y como ocurre con el “equilibrio interrumpido”. El enfoque estructural de estas organizaciones se basa en la creación de diferentes estructuras para diferentes actividades, muy diferenciadas y débilmente integradas. Por un lado, se encuentran las unidades centrales de negocio, grandes y centralizadas, cuya responsabilidad está alineada con los productos y mercados existentes y, por el otro, el departamento de I+D o los equipos de desarrollo de nuevos negocios; están descentralizados, cuentan con culturas y procesos flexibles y son los encargados de explorar nuevos mercados, desarrollar nuevas tecnologías y mantener una actitud expectante ante las tendencias emergentes [9].

### 6. PRECAUCIONES PARA LAS UNIDADES DE I+D

La separación estructural del departamento de I+D de aquellos destinados a la explotación del conocimiento disponible es necesaria, puesto que se trata de unidades con procesos basados en la experimentación, con elevada variabilidad que no pueden administrarse con las normas de racionalización habituales. Sin embargo, algunas organizaciones son conscientes de que una separación excesiva puede llevar al aislamiento; muchos equipos de I+D han fracasado por la falta de conexión con las unidades centrales de negocio y han experimentado con otros tipos de soluciones ambidextras, retirando temporalmente individuos de los equipos interfuncionales o separando actividades dentro de las propias unidades

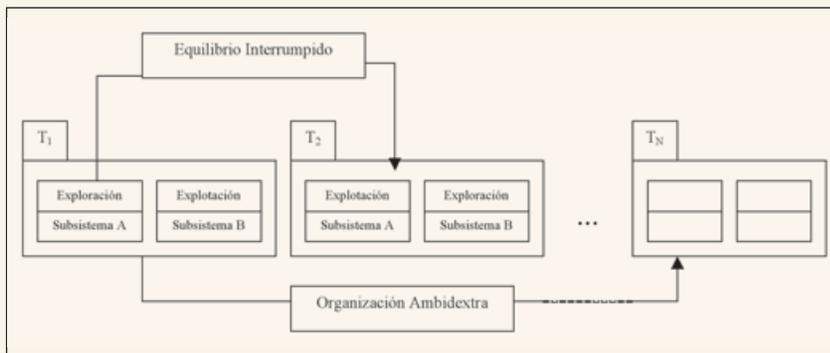


Figura 2. Dualidad dependiente de la unidad de análisis.  
Fuente: Adaptación de 8:699

tras”, mientras que la preferencia temporal y cíclica por la exploración o la explotación es el mecanismo denominado “equilibrio interrumpido” [8]. En una “organización ambidextra” pueden existir unidades o subsistemas de la organización dirigidas a la explotación de conocimiento, alineadas con los productos y mercados actuales y unidades destinadas a la exploración de oportunidades y nuevos mercados [9]; el departamento

Las organizaciones ambidextras son capaces de operar en mercados maduros, en los que la rentabilidad a corto plazo, la eficacia, la eficiencia y la innovación incremental son decisivas, a la vez que desarrollan nuevos productos y servicios para mercados emergentes cargados de incertidumbre y necesidad de experimentación. Podría tratarse del paradigma de la innovación tecnológica, pues pocas empresas podrán dirigir con éxito es-



de negocio, creando unidades de exploración de nuevo conocimiento dentro de las mismas [9].

Es muy importante tomar precauciones en la utilización de metodologías propias de gestión de calidad en las unidades de I+D, y más, ante las tendencias de certificación de tales actividades [11]. Es cierto que un sistema I+D puede poseer similitudes con el sistema de calidad en lo relacionado con la documentación, la política o la participación del personal; sin embargo, aplicar en I+D una práctica central de calidad, como es la gestión de los procesos, puede generar una tendencia incremental de los resultados, inhibiendo la necesaria exploración de nuevo conocimiento. La gestión de procesos desencadena un control basado en el establecimiento de indicadores de desempeño que toman como referencia las necesidades de los clientes actuales de cada proceso y la racionalización de recursos disponibles. Se trata de una práctica más afín con la eficacia y la eficiencia de la explotación que con la experimentación y variabilidad de la exploración de nuevo conocimiento. La empresa puede quedar atrapada en las mejoras incrementales bajo la excusa de satisfacer las necesidades conocidas de sus clientes actuales y bajo la creencia de mejorar su proceso de innovación por no asumir determinados riesgos al obtener resultados predecibles a corto plazo.

La hipótesis sobre la tendencia incremental generada por la gestión de procesos en el proceso de innovación está contrastada en la investigación de Benner y Tushman [12]. Los autores comprobaron los efectos de la gestión de procesos en la innovación tecnológica en los sectores de pintura y fotografía en la etapa comprendida entre 1980 y 1999. En ambas actividades se contrastó que la gestión de procesos favorece la explotación del conocimiento acumulado; una práctica beneficiosa para el sector de pintura, embarcado en aquellos momentos en un periodo de evolución incremental, pero con repercusiones negativas para la adaptación a posibles rupturas tecnológicas, lo que po-

dría explicar la lenta respuesta de empresas como Kodak o Polaroid a la tecnología digital incorporada al sector de la fotografía.

### 7. CONCLUSIONES

Para algunos de los trabajos más recientes sobre el proceso de innovación, la tasa de innovaciones desarrolladas debe estar proporcionada desde el punto de vista de su grado de novedad, compensando innovaciones radicales, generalmente basadas en un gran esfuerzo de I+D, e incrementales a partir de mecanismos de aprendizaje más habituales entre las organizaciones [1], [3], [6]. Ese mismo equilibrio debe estar presente en las competencias y modos de búsqueda de conocimiento para la innovación mediante la exploración o explotación del mismo.

Es un equilibrio que permite a la empresa asegurar su posición en momentos de estabilidad o, por el contrario, de incertidumbre; por lo tanto, las organizaciones solamente pueden mantener su ventaja competitiva equilibrando sus esfuerzos para el desarrollo de innovaciones incrementales y radicales [3]. La evolución tecnológica está caracterizada por largos periodos de cambio incremental, aunque la existencia de determinadas discontinuidades provocadas por las innovaciones radicales, obliga a las organizaciones a desarrollar capacidades y diseños organizativos que permitan la coexistencia de la exploración de nuevo conocimiento con la explotación del conocimiento utilizado habitualmente.

### 8. BIBLIOGRAFÍA

[1] Nieto, M. (2001): "Bases para el estudio del proceso de innovación tecnológica en la empresa", Universidad de León.

[2] Hui, Q. y Qinh-xi, W. (2006): "Radical Innovation or Incremental Innovation: Strategic Decision of Technology-intensive Firms in the PRC". Engineering Management Conference, 2006 IEEE International 17-20 Sept. 2006, pp. 327-331.

[3] Grover, V., Purvis, R.L. y Segars, A.H. (2007): "Exploring Ambidextrous Innovation Tendencies in the Adoption of Telecommunications Technologies". IEEE Transactions on Engineering Management, 54(2), pp. 268-285.

[4] Castiaux, A. (2007): "Radical innovation in established organizations: Being a knowledge predator". Journal of Engineering and Technology Management, 24, pp. 36-52.

[5] Dewar, R.D. y Dutton, J.E. (1986): "The adoption of Radical and Incremental Innovations: An Empirical Analysis". Management Science, 32(11), pp. 1422-1433.

[6] Álvarez, J. y Miguel, J.A. (2007): "La innovación a través de un enfoque basado en procesos". DYNA Ingeniería e Industria, 82(6), pp. 301-305.

[7] March, J.G. (1991): "Exploration and Exploitation in Organizational Learning", Organization Science, 2(1), pp. 71-87.

[8] Gupta, A.K., Smith, K.G. y Shalley, C.E. (2006): "The interplay between Exploration and Exploitation". Academy of Management Journal, 49(4), pp. 693-706.

[9] Birkinshaw, J. y Gibson, C. (2004): "Building Ambidexterity Into an Organization". MIT Sloan, 45(4), pp. 47-55.

[10] Cassiman, B. (2005): "Cómo mejorar el proceso de innovación". DYNA Ingeniería e Industria, LXXX(6), pp. 46-48.

[11] Monterrey, M. (2002): "Gestión de la innovación según la norma UNE 166.002:EX". DYNA Ingeniería e Industria, Octubre, pp. 25-28.

[12] Benner, M.J. y Tushman, M.L. (2002): "Process Management and Technological Innovation: A longitudinal study of Photography and Paint Industries". Administrative Science Quarterly, 47 (4), pp. 676-706. ■