

# Perspectiva evolutiva del origen de la empresa: Un modelo de innovación tecnológica

Área de investigación: Teorías de la administración y de la organización

**Oscar A. Benavides G**

Universidad Nacional De Colombia  
Colombia

[oabenavidesg@unal.edu.co](mailto:oabenavidesg@unal.edu.co) o [benavid@gmail.com](mailto:benavid@gmail.com)

# XVI CONGRESO INTERNACIONAL DE CONTADURÍA ADMINISTRACIÓN E INFORMÁTICA



Octubre 5, 6 y 7 de 2011  
Ciudad Universitaria  
México, D.F.

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>

[informacongreso@fca.unam.mx](mailto:informacongreso@fca.unam.mx)

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax

52 (55) 5616.03.08



**ANFECA**  
Asociación Nacional de Facultades y  
Escuelas de Contaduría y Administración

División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM  
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

## Perspectiva evolutiva del origen de la empresa: Un modelo de innovación tecnológica

### Resumen

Desde la perspectiva neoinstitucional Coase (1937) y Williamson (1975), han conceptualizado una empresa como una organización que minimiza los costos de transacción. Estos costos de transacción deben ser mayores que los costos de coordinar las diferentes actividades dentro de la empresa. De otro lado, en la perspectiva evolutiva se consideran los aspectos tecnológicos como un factor importante en el surgimiento y la consolidación de las firmas. De hecho, el análisis histórico de la innovación tecnológica, hecho por Mokyr (1990) muestra que el surgimiento de la firma se presentó durante la Primera Revolución industrial (1760-1830), mientras que su consolidación con respecto a sistemas productivos preindustriales, se dio durante la Segunda Revolución Industrial (1870-1910). Este documento presenta un modelo evolutivo que permite explicar la aparición y la consolidación de las firmas en un contexto de costos de transacción a partir de la historia de la innovación tecnológica, desde las posibilidades que ofrece la conceptualización evolutiva de la firma.

**Palabras Clave:** Clasificación JEL B52 Evolucionismo, D21 Comportamiento de la empresa, D23 Comportamiento organizativo y costos de transacción, O31 Innovación e invención, O32 Gestión de la innovación tecnológica y de I+D



Octubre 5, 6 y 7 de 2011  
Ciudad Universitaria  
México, D.F.

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>

[informacongreso@fca.unam.mx](mailto:informacongreso@fca.unam.mx)

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax

52 (55) 5616.03.08



**ANFECA**  
Asociación Nacional de Facultades y  
Escuelas de Contaduría y Administración

División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM  
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

## Introducción

La teoría moderna de la empresa se inició con el trabajo de Coase (1937) y buscaba dar respuestas a las preguntas ¿qué son y por qué existen las empresas? Para responder a este par de interrogantes, Coase partió del hecho que algunas actividades se realizan a través del mercado y otras dentro de las empresas y concluyó que una transacción deja de realizarse a través del mercado y se llevan a cabo dentro de la empresa porque existen mayores costos (de transacción) de realizarla a través del mercado, es decir, que la empresa existe porque minimiza los costos de transacción.<sup>1</sup> En esta perspectiva, Coase señala que “la empresa es la sustitución del mecanismo de precios”.<sup>2</sup> Esta idea ‘recuperaba’ los planteamientos de Adam Smith de 1776 en el sentido de que las empresas existen para *coordinar* la división del trabajo en una sola *organización*.

En la historia del pensamiento económico es preciso destacar que luego de los aportes de Smith<sup>3</sup> la empresa fue reducida en la teoría microeconómica neoclásica a una función de producción que “combinando diversas cantidades de factores y tecnología produce una cantidad de un producto a un precio determinado”.<sup>4</sup> Esta conceptualización de la empresa, o más precisamente de los productores de bienes y servicios, supone la inexistencia de costos de transacción en donde el único objetivo es minimizar costos de producción y maximizar beneficios, pero no requiere de ningún tipo de organización.<sup>5</sup>

Posteriormente, en lo que se conoce como la perspectiva neoinstitucional y partiendo de las ideas de Coase (1937), Oliver Williamson (1975) ha conceptualizado la empresa (o firma) como una organización que realiza diversas actividades que podrían realizarse a través de diferentes productores de manera separada. Este proceso que se denomina integración vertical, permite explicar de *manera parcial* la existencia de la firma. De esta primera afirmación se puede inferir que el uso del mercado, entendido en este caso como un conjunto de productores separados implica costos. Con respecto a la perspectiva neoclásica, la teoría de los costos de transacción muestra que además de los costos de producción es decir, a la transformación de insumos en productos, la firma incurre en costos de transacción.

Como se señaló previamente, para Coase, la empresa existe porque minimiza los costos de transacción. No obstante, la firma no solo debe hacer las transacciones a menor costo que el mercado sino que el costo de *coordinar* las diferentes actividades dentro de la empresa deben ser menores que los costos de transacción. Solo en ese caso la firma sustituirá al mercado en la provisión de bienes y servicios. De acuerdo con Tarzijan (2003) para Coase y los neoinstitucionalistas, “la firma existe por su habilidad para economizar ciertos costos de usar el

<sup>1</sup> Ver Roberts (2004), capítulo III para un mayor detalle sobre el tema de la naturaleza y finalidad de la empresa.

<sup>2</sup> Ver Coase reimpresso en Williamson y Winter (1991)

<sup>3</sup> Para Smith dentro de la empresa, se coordinaban las diferentes actividades económicas aprovechando las economías de escala y los procesos de aprendizaje. El ejemplo muchas veces citado de la fábrica de alfileres ilustra muy bien la especialización de los trabajadores en determinadas actividades productivas, en lo que se Smith definió la división del trabajo. De acuerdo con Roberts (2004) “una vez se especializan, se vuelven mutuamente dependientes, ya que ninguno produce por si solo ninguno de las cosas que necesita ni siquiera para sobrevivir...”. Esta cita muestra la importancia de la coordinación como un aspecto fundamental de la empresa.

<sup>4</sup> Ver Valdaliso y Lopez (2007) para una versión mucho más extensa sobre el tema de la empresa en la perspectiva neoclásica.

<sup>5</sup> Ver Demsetz (1997) y Valdaliso y López (2007) para una exposición más extensa al respecto

mercado y, por lo tanto, la organización de cierta actividad económica se realizará dentro de la firma si los *costos de coordinar* la producción dentro de ellas son menores que los costos en que tendría que incurrir si se compra el insumo a través del mercado”.<sup>6</sup> De hecho, para Williamson (1985) los costos de las empresas se dividen en dos grandes grupos: los costos de producción que determinan la eficiencia técnica de la firma y los costos de coordinación que incluyen los problemas de agencia. De esta manera la decisión de integrarse (o desintegrarse verticalmente) dependerá del comportamiento que tengan ambos tipos de costos. Si, por ejemplo, los costos de coordinar la producción crecen más que lo que caen los costos de producción cuando se aumenta el volumen producido, entonces se presentará desintegración vertical. Por el contrario, si al aumentar la escala de producción la eficiencia técnica aumenta y los costos de coordinación no, se presentaría un mayor proceso de integración vertical.

Además de la perspectiva neoclásica y neoinstitucional desde comienzos de la década de 1980 se han desarrollado teorías evolucionistas de la firma. Los antecedentes se remontan hasta Joseph Schumpeter (1911) *Teoría del Desarrollo económico*, que mostró la importancia de la empresa y del empresario innovador como factores determinantes del desarrollo económico al desarrollar y acuñar el término innovación tecnológica. Desde la perspectiva schumpeteriana la innovación tecnológica representa cambios cualitativos que implican alteraciones en la técnica de producción y en la organización productiva, es decir, que “la innovación tecnológica tiene una dinámica interna, que no solo se adapta a un entorno cambiante, sino que resulta determinante en la configuración del mismo”.<sup>7</sup>

De acuerdo con Benavides (2004), “...otro importante aporte de Schumpeter fue el análisis de las prácticas productivas a las que denominó *rutinas*, que son conjunto de ideas o reglas que rigen la conducta diaria de las firmas (...) desde esa perspectiva, la innovación tecnológica representa cambios en las rutinas, las que en virtud del profundo enraizamiento originado en la aplicación diaria presentan resistencia al cambio.” Continuando con los aportes de Schumpeter, es importante “destacar que su concepto de *rutina* representa una alternativa al enfoque neoclásico que señala que las acciones escogidas por los productores, son aquellas que maximizan su variable objetivo, en el caso específico, la función de beneficios”, como lo destaca Benavides (2004).

También es importante destacar en la perspectiva evolutiva el aporte de Edith Penrose de 1959, para quien la firma es una colección de recursos productivos, que determina su estado en un momento y la capacidad para evolucionar en el largo plazo.<sup>8</sup> Esta nueva perspectiva se fundamenta en una nueva conceptualización dinámica y supone la heterogeneidad en la estructura de la firma originada en las diferencias en las habilidades y capacidades de las firmas, que se asemejan a los genes en los seres vivos. Esta analogía, permite ver una clara influencia de los procesos de evolución biológica con los procesos de innovación tecnológica llevada a cabo por las empresas o firmas, no obstante, es importante destacar que se trata más de una metáfora que de una transcripción literal de conceptos, estructuras y conceptos de lo biológicos a lo económico.

<sup>6</sup> Ver Tarzijan (2003), p 2

<sup>7</sup> Un desarrollo detallado se encuentra en Benavides (2004)

<sup>8</sup> Ver Penrose (1995) p. 24 para un análisis más detallado y Valdaliso y Lopez (2007) op. cit. p. 41 para una versión resumida.

En 1982 Richard Nelson y Sydney Winter, en *An Evolutionary Economic of Economic Change*, retomaron las ideas schumpeterianas de innovación tecnológica, los conceptos penrosianos de capacidad organizativa y de racionalidad acotada de Herbert Simon y construyeron una teoría evolutiva de la firma. Para Nelson y Winter las empresas son organizaciones que saben como producir bienes y servicios. La actividad de la firma se reduce a una unidad que denominan *rutinas*. Con estos elementos Nelson y Winter desarrollaron esquemas teóricos del proceso de evolución tecnológica gobernados por mecanismos de *variación* y *selección*. De acuerdo con Benavides (2004), “en este caso, lo análogo a la especie es la rutina y aunque la competencia es importante opera a través de mecanismos de selección de manera que las empresas con rutinas más adaptables prosperarán y crecerán”.<sup>9</sup>

Posteriormente Joel Mokyr en 1990 señaló que las *rutinas*, definidas como un método para producir bienes y servicios, son análogas al conjunto de genes de una especie y, por lo tanto, una innovación tecnológica es equivalente a la aparición de una nueva especie.<sup>10</sup> De esta manera según Benavides “las nuevas ideas en la producción constituyen *variaciones o mutaciones* de las ideas existentes, pero a diferencia de las mutaciones biológicas, éstas no son mutaciones aleatorias, ya que se ajustan a las necesidades de la sociedad y se conservan para perpetuarse. El proceso de *selección* permite que solo las mejores ideas sobrevivan y que en algunos casos reemplacen o en otros coexistan con las ideas establecidas. (...)”.

Esta conceptualización evolucionista de innovación tecnológica sirve de punto de partida para explicar el surgimiento y la consolidación de las firmas. De hecho, el análisis histórico de la innovación tecnológica, hecho por Mokyr (1990) muestra que el surgimiento de la firma se presentó durante la Primera Revolución industrial (1760-1830) mientras que su consolidación con respecto a sistemas productivos preindustriales, se dio durante la Segunda Revolución Industrial (1870-1910) y se acentuó desde entonces. Este documento presenta un modelo evolutivo que permite explicar la aparición y la consolidación de las firmas en un contexto de costos de transacción a partir de la historia de la innovación tecnológica.

El documento está organizado de la siguiente manera: luego de esta introducción, en la segunda parte se plantea la perspectiva evolutiva de la firma haciendo énfasis en el proceso de innovación tecnológica. También en esta segunda parte se hace una caracterización histórica del proceso de innovación. En la tercera parte se presentan un par de modelos de innovación tecnológica que permiten diferenciar la aparición primero y la consolidación después de las firmas como resultado de diferentes procesos de innovación tecnológica. Finalmente, se presentan las principales conclusiones acerca de los modelos y se discuten las razones que llevaron a que las innovaciones sean realizadas actualmente por grupos de I+D y no por inventores y cómo esto determinó el paso de estructuras productivas pre industriales a otras a otras en donde lo que predomina son las firmas.

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>

información: [congreso@fca.unam.mx](mailto:congreso@fca.unam.mx)

Teléfonos: <sup>9</sup> Para una explicación detallada ver Nelson y Winter (1982), Cap I y Mokyr (1990), Cap. XI  
<sup>10</sup> Ver Mokyr (1990), Cap. XI; (1998b) y (2000).

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08

División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM  
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

**ANFECA**  
Asociación Nacional de Facultades y  
Escuelas de Contaduría y Administración

## 2. Perspectiva evolutiva del origen de la empresa

### 2.1 Aspectos conceptuales

Como se señaló en la introducción de este documento, el surgimiento de las firmas ha sido explicado desde la perspectiva neoinstitucional. No obstante, no es la única explicación que se ha dado al respecto. Mokyr (2001), por ejemplo, señala que se han dado tres razones para explicar la aparición de las firmas. En la primera se señala que las razones fueron de naturaleza puramente técnicas en que las economías de escala y la mayor eficiencia de las firmas de mayor tamaño con respecto a los talleres permitió la aparición de las firmas.

Según Moky la segunda explicación que se ha dado para explicar la aparición y consolidación del proceso de factoría tiene que ver con la minimización de los costos de transacción, como se señalaba al comienzo de esta introducción. Desde esta perspectiva, los talleres que laboraban de manera descentralizada tenían altos costos de transacción, debido a que la información era mucho más costosa y existía un bajo incentivo para reducir los costos.

Por último, Mokyr señala la tercera explicación que tiene que ver con la concentración y la supervisión del trabajo que provocaron la desaparición de los talleres y el surgimiento de las firmas. En este sentido, Mokyr retoma las ideas del historiador económico David Landes, acerca de la mecanización de los procesos productivos durante la Primera Revolución Industrial y se desarrollaron nuevas formas de producción, ya que el uso de grandes máquinas y nuevas fuentes de energía exigían la concentración de la actividad productiva en un espacio de mayor tamaño, dando origen a lo que hoy se denomina la fábrica, con lo que paulatinamente fueron desapareciendo los talleres.

Sin embargo, la fábrica no solo representaba un espacio más grande, sino un nuevo sistema de producción con una clara definición de responsabilidades y funciones. En la fábrica la relación entre el empresario y el trabajador era tanto económica -salario-, como técnica - supervisión y disciplina-. Esta última, representaba *per se* una fuente del progreso tecnológico dado que el control del trabajo implica la posibilidad de racionalizarlo. De acuerdo con Mokyr, esta explicación resulta muy adecuada para explicar el surgimiento de las firmas.

A pesar de que estas explicaciones son muy importantes para entender por qué surgieron y se consolidaron las fábricas y firmas, se hace poco énfasis en los aspectos de naturaleza estrictamente tecnológica. En este documento se presenta una explicación de la aparición de las firmas en la que se integran los aspectos históricos de la innovación tecnológica en el contexto de minimización de los costos de transacción, desde la perspectiva evolutiva. Es decir, que desde el punto de vista tecnológico también se puede explicar la naturaleza de las firmas. Es importante destacar que, salvo el trabajo de Mokyr, el análisis del surgimiento de las firmas y la consolidación del sistema de factoría, es decir el paso del taller artesanal y de otras estructuras no empresariales a la firma se ha realizado sin hacer un análisis detallado de los aspectos históricos de la innovación tecnológica.

Por otro lado, tampoco se han analizado el proceso de innovación tecnológica en un contexto de costos de transacción. En este documento se analiza como el proceso de innovación tecnológica

permitió el paso de talleres artesanales a firmas en un marco de los costos de transacción. Como se verá más adelante, el análisis histórico de la tecnología durante los últimos doscientos cincuenta años muestra que su proceso de cambio, es decir, el proceso de innovación tecnológica, ha experimentado cambios significativos.<sup>11</sup> Mientras que durante la Primera Revolución Industrial la innovación tecnológica fue realizada por inventores, a partir de la Segunda Revolución Industrial, pero ante todo durante todo el siglo XX y lo que ha transcurrido del siglo XXI, ha sido desarrollado por grupos dedicados a actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) dentro de las firmas.

Mokyr (2001) ha señalado que la aparición de las firmas y de las fábricas es un proceso que se inició en la Primera Revolución Industrial. El proceso de consolidación de las grandes firmas fue un proceso lento que se presentó posteriormente durante la Segunda Revolución Industrial y que se acentuó a lo largo del Siglo XX y lo que va del XXI. Este proceso coincide y probablemente es una causa de la aparición del sistema de factoría y de las firmas tal como hoy las conocemos.

## 2.2 La evidencia histórica<sup>12</sup>

### 2.2.1 La Primera Revolución Industrial: la emergencia de la firma

El surgimiento de la empresa se presenta de manera prácticamente simultánea con el período conocido como Primera Revolución Industrial. De acuerdo con Benavides (2008), la revolución industrial se puede caracterizar como un “cluster de macroinventos que representaron rupturas tecnológicas, que tuvieron un impacto sin precedentes sobre todas las actividades productivas y que generaron un importante impacto sobre el nivel de producción y un aumento bastante importante sobre la productividad media de los trabajadores”. Además del impacto sobre la productividad, las innovaciones tecnológicas de dicho periodo, permitieron aprovechar las economías de escala y reconfiguraron el lugar de producción, separando los lugares de producción de los sitios de consumo. Sin embargo es bueno destacar que “el efecto no se dio de manera inmediata, sino que en ocasiones tardó mucho tiempo. La primera máquina a vapor, por ejemplo, a pesar de que se inventó en 1711, tuvo un impacto pequeño antes de 1830 sobre el crecimiento del producto y de la productividad”.

La evidencia histórica descrita por Benavides (2008), sirve de base para concluir que la innovación tecnológica durante la primera revolución industrial fue un proceso que se llevó a cabo por parte de inventores fuera de la firma. No obstante a pesar el efecto de la innovación tecnológica permitió la aparición de las primeras firmas. De hecho, este fue un proceso en el cambio conocimiento tecnológico caracterizado por ser de carácter individual ya que era realizado por inventores. Esta actividad en general era realizada por individuos que interactuaban muy poco con otros inventores e igual ocurría con sus rutinas productivas. Esta característica la denomina Benavides (2008) dimensionalidad del conocimiento tecnológico y se encuentra en función de la interacción de las rutinas productivas de los inventores. Igualmente, los inventos no

<sup>11</sup> Un análisis detallado se puede encontrar en Mokyr (1990), David (1989, 1990), Derry y Williams (1999 y Asthon (1996) y Baslla (1991) Igualmente, una versión resumida se puede encontrar en Benavides (2008), capítulos II, III y IV

<sup>12</sup> Esta sección resume los capítulos II, III y IV del libro Oscar Benavides titulado *De Inventores a Empresa. La historia económica de la innovación tecnológica*. Universidad Externado de Colombia

hacían parte de estándares tecnológicos y en muchos casos esta característica limitaba la posibilidad de uso y difusión. Esta característica de no complementarse con otras rutinas productivas hizo que la innovación originada en el trabajo de los inventores fuera lenta y no encontrará la posibilidad de “reproducirse”.

Otra característica importante a cerca del proceso de innovación tecnológica durante la Primera revolución Industrial fue “fue su carácter empírico, no construido sobre la base del conocimiento científico (...) , el avance tecnológico más importante no fue el que se presentó como consecuencia del profundo entendimiento de los principios de la química y de la física, (por eso) avance fue tan lento en algunos casos y también da razón de la ineficiencia temprana de algunas innovaciones”.

Resumiendo, se puede afirmar que la innovación tecnológica que se llevó a cabo durante la primera revolución industrial fue realizada por inventores fuera de la firma, pero tuvo el efecto dar origen a las primeras firmas. Este proceso se puede caracterizar desde la perspectiva evolutiva como un proceso de baja dimensionalidad originado en la baja interacción entre las rutinas productivas. Igualmente se caracterizó por tener baja complementariedad con otros inventos.

### **2.2.2. Segunda Revolución Industrial: Inicio de la consolidación de la firma**

La innovación tecnológica en la segunda mitad del Siglo XIX, en lo que algunos historiadores coinciden en llamar Segunda revolución industrial, a diferencia del experimentado durante la Primera Revolución Industrial, “se caracterizó por la aplicación extensiva del conocimiento científico como el principal insumo de las innovaciones tecnológicas (por ejemplo) las innovaciones generadas a partir del conocimiento de la electricidad y el electromagnetismo, al igual que el presentado en la química (...) También es importante destacar que las innovaciones tecnológicas de este período se caracterizaron porque hacían parte de sistemas y redes tecnológicas de mayor complejidad con respecto a las de la Primera Revolución Industrial”<sup>13</sup>

Las innovaciones de este período se presentaron en un contexto en el cual eran evidentes los beneficios económicos originados por los inventos del período precedente. (...) tanto la difusión como la aplicación de los nuevos desarrollos tecnológicos se presentaron de manera mucho más acelerada que en épocas anteriores. Como consecuencia de estos dos aspectos, la competencia entre las viejas y las nuevas rutinas productivas fue breve, significando una rápida victoria para las nuevas rutinas”

Igualmente del libro de Benavides se destacan “dos aspectos interesantes de los procesos de innovación tecnológica de la Segunda Revolución Industrial, fue en primer lugar, el carácter dependiente de sus componentes, es decir, que el proceso de innovación se llevó a cabo en un escenario de creciente interacción”, lo que de acuerdo con la dicho en la sesión anterior representa alta dimensionalidad. Y en “segundo lugar, es importante destacar que las diferentes innovaciones tecnológicas empezaron a configurar una serie de estándares y de creciente compatibilidad entre sí. En otros términos, se empezaron a desarrollar innovaciones tecnológicas con alta complementariedad”. Esta alta complementariedad aceleró el proceso de innovación tecnológica, lo que sumado a la alta dimensionalidad generó tal variedad de rutinas productivas,

<http://congreso@fca.unam.mx>  
[informacongreso@fca.unam.mx](mailto:informacongreso@fca.unam.mx)

Teléfonos<sup>13</sup> Ibidem

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08

es decir, que estaban apareciendo “permanentemente nuevas especies que encontraban la forma de reproducirse, en la medida en que eran compatibles con otras”. Esencialmente lo que se comenzó a observar durante este periodo es que las firmas incluyeron dentro de su estructura productiva las actividades de innovación, es decir, que se integraron en su estructura vertical, generando mayores beneficios y consolidando la empresa con respecto a otras estructuras productivas preindustriales.

### **2.2.3. Los últimos cien años: la consolidación final de la firma**

Durante el Siglo XX y lo corrido del XXI, el proceso de innovación tecnológica ha sido prácticamente permanente, no ha existido una década en la que no se presentaron innovaciones tecnológicas significativas. Las principales características de la innovación tecnológica fueron el creciente grado de interacción entre las diferentes tecnologías, lo que generó “mayor dimensionalidad del conocimiento tecnológico (rutinas), ya que gran parte del cambio tecnológico se presentó en un contexto en el que muchas tecnologías sirvieron de base para la construcción de las nuevas. Esto marca una clara diferencia con respecto a los procesos de innovación tecnológica precedentes en los que, solo eran unas cuantas tecnologías las que sirvieron de base para la construcción de las nuevas formas de producir bienes”.

Del mismo modo la innovación tecnológica del Siglo XX se caracterizó “por un alto grado de complementariedad entre las diversas tecnologías. A manera de ilustración es importante destacar que muchas innovaciones requirieron de otras para poder subsistir y reproducirse, como por ejemplo, el desarrollo de hardware requirió del software para poder tener un impacto sustancial en las otras actividades productivas”. Lo importante en este caso es que la actividad innovadora se integraba verticalmente con el conjunto de actividades productivas.

En particular, muchas de las innovaciones tecnológicas del Siglo XX fueron el resultado de grandes proyectos de (I+D), por parte de grandes empresas. De hecho, Bell Labs de Bell System, inventó y desarrolló valiosos aporte a las telecomunicaciones e informática con el desarrollo de los transistores, semiconductores, las microondas, la fibra óptica el sistema operativo UNIX, los satélites de comunicaciones y las comunicaciones electrónicas. Otros ejemplos, son el caso de Du Pont, RCA, IBM, General Electric, General Motors, Texas Instruments, Intel, Microsoft, Apple, por citar solo algunos.

Quizá lo más importante de este periodo es que las actividades de investigación y desarrollo (I+D) se integraron verticalmente en la estructura de la empresa, lo que permitió el pleno aprovechamiento de las economías de escala y los procesos de aprendizaje dentro de esta organización. La actividad de I+D no solo consolidó la empresa con respecto a otras estructuras productivas, sino que generó grandes beneficios económicos



### 3. Modelos de innovación tecnológica y origen de la empresa

#### 3.1 Un modelo evolutivo de la emergencia de la empresa

Como se ha señalado en las sesiones previas, la emergencia de la firma se puede atribuir a procesos de innovación tecnológica, en particular la realizada por inventores. La descripción de la sesión anterior permite concluir que el proceso de innovación tecnológico resultó fundamental para la aparición en principio de la firma. El modelo se puede representar como un juego evolutivo en el que los jugadores son los inventores y las estrategias son, por ejemplo, cada uno de los materiales que utilizaban en la realización de sus inventos.

Un caso concreto es la invención de la bombilla eléctrica por parte de Edison, quien utilizó papel carbonizado, hilo de algodón, silicio, boro, platino, iridio, seda, diferentes tipos de hilo alquitranados, trenzados, lino, hierbas, más de seis mil tipos de plantas, hasta que encontró el filamento que resultaba adecuado para sus propósitos. Los pagos son las remuneraciones que obtenían los inventores por vender sus inventos a los productores que luego se volverían empresas.

Retomando la caracterización de la sesión 2.2 es posible decir lo siguiente:

i. La interacción era baja y prácticamente inexistente y se puede corroborar con la invención de la bombilla por T.A. Edison. Para la misma época Joseph Swan también inventó otro tipo de bombilla en Inglaterra. No obstante, es importante destacar que el invento de la bombilla es quizá el punto de inflexión entre la baja interacción y los procesos posteriores que se caracterizan por mayor interacción y, por lo tanto, mayor dimensionalidad del conocimiento.<sup>14</sup>

ii. La complementariedad la evidencia histórica muestra que las innovaciones realizadas por los inventores, no hacían parte de sistemas tecnológicos complejos. En este tipo de innovaciones los componentes individuales tenían muy pocas consecuencias, es decir, que existía baja complementariedad entre las rutinas.

Consideremos  $N \geq 1$  jugadores (inventores) que repetidamente juegan el mismo juego un número de períodos indexado por  $n$ . El conjunto de estrategias del jugador  $i$  es denotado por  $s^i = (s_1^i, \dots, s_m^i)$  donde  $m^i$  es el número de estrategias para el jugador  $i$ . Para  $s \in \times_{i=1}^N s^i$  el pago del jugador  $i$  en la ronda  $n$  es una variable aleatoria  $U_n^i(s)$  con valor esperado  $E[U_n^i(s)] = u^i(s)$

Cada inventor  $i$  tiene en cada período una propensión  $q_{j,n}^i$  para cada acción  $j$  dentro del conjunto de acciones posibles. Sea  $x_{j,n}^i$  la probabilidad del jugador  $i$  sobre la acción  $j$  en el período  $n$ . Las probabilidades están determinadas por la siguiente expresión:

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>

[informacongreso@fca.unam.mx](mailto:informacongreso@fca.unam.mx)

Teléfonos<sup>14</sup> En el capítulo II del citado libro de Benavides se encuentran gran cantidad de ejemplos sobre este tema

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08

División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM  
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

$$x_{j,n}^i = \frac{q_{j,n}^i}{\sum_k q_{k,n}^i} = \frac{q_{j,n}^i}{Q_n^i} \quad (1)$$

Para completar el modelo es necesario especificar la actualización de las propensiones, es decir, las probabilidades de escoger cada una de las diferentes alternativas. En este caso, si el inventor  $i$  escoge la acción  $j$  en el período  $n$ , entonces la probabilidad de escoger la  $j$ -ésima acción se incrementa, mientras que las otras probabilidades se mantienen inalteradas.

Sea  $U_n^i(s)$  el pago obtenido por el jugador  $i$  en el período  $n$  y sea  $\sigma_{j,n}^i$  el incremento de la probabilidad para el jugador  $i$  al escoger la  $j$ -ésima alternativa, entonces podemos escribir la regla de actualización de las propensiones de la siguiente manera:

$$q_{j,n+1}^i = q_{j,n}^i + \sigma_{j,n}^i \quad \text{para } j = 1, \dots, m^i \quad (2)$$

Siguiendo a Posch, las probabilidades son normalizadas. Todas las propensiones son multiplicadas por el factor  $C(n+1)/Q_{n+1}^i$  para  $C > 0$ . Así, para el jugador  $i$  la normalización genera el siguiente resultado:

$$q_{j,n+1}^i = \frac{(q_{j,n}^i + \sigma_{j,n}^i)C(n+1)}{nC + U_n^i} \quad \text{para } j = 1, \dots, m^i \quad (3)$$

Como consecuencia de la normalización en que cada punto  $Q_n^i = nC$  para el jugador  $i$ . Calculando la actualización de las frecuencias relativas presentadas en la ecuación (1) a partir de la ecuación (3), se obtienen las frecuencias relativas:

$$x_{j,n+1}^i = x_{j,n}^i + \frac{(q_{j,n}^n + \sigma_{j,n}^i)C(n+1)}{nC + U_n^i} \quad (4)$$

Calculando los puntos fijos, es decir, cuando  $x_{j,n+1}^i = x_{j,n}^i$  se obtiene lo siguiente:

$$U_n^i = f_i^{-1}[q_{j,n}^n, \sigma_{j,n}^i, Cn] \quad (5)$$

Lo que interesa en este documento son los pagos que genera el proceso de aprendizaje realizado por los inventores que trabajan de manera aislada y que no tienen en cuenta las decisiones de los demás inventores. En este caso, la acción escogida es  $j$  que describe el proceso de innovación tecnológica realizado por el inventor  $i$ , en el momento  $n$ . Es importante destacar que este era el pago que le correspondería al inventor, el pago que realizaba el productor. La empresa no había integrado verticalmente la actividad del inventor y aunque podía producir a un menor costo medio, el pago realizado al inventor representaba un costo de transacción.

### 3.2 Un modelo evolutivo de la consolidación de la empresa

Como lo ha señalado previamente mientras que la innovación tecnológica realizada por los inventores, “durante la Primera y la Segunda Revolución Industrial, se presentó a partir de un conjunto de interacciones de unas pocas tecnologías, que no siempre se complementaban entre sí, la innovación tecnológica durante el Siglo XX y lo que va del XXI, se construyó sobre una gran cantidad de tecnologías, para las cuales la posibilidad de conocer y apropiarse el conocimiento por parte de un individuo es bastante limitada e incluso en muchas ocasiones, también para un solo grupo”.<sup>15</sup> En relación con las categorías definidas de dimensionalidad y complementariedad es importante destacar lo siguiente:

- i. En relación con la dimensionalidad del conocimiento tecnológico hay que decir que en este caso los jugadores (empresas) dan una alta ponderación a la estrategia que es más utilizada por los otros jugadores, pero no necesariamente consideran la que genera el mayor pago.
- ii. La complementariedad es alta y tiene que ver con “los estándares que se generan ya sea por externalidades de red o por complementariedades estratégicas, que, en términos generales representan un alto grado de complementariedad entre las diferentes rutinas productivas”.

El modelo que aquí se presenta también es un juego evolutivo, pero en este caso, los jugadores son empresas indexadas por  $g$  (escoge una acción en el período  $n$  a partir de la estrategia que generó el mayor pago en el período inmediatamente anterior para el resto de los jugadores  $-g$ . Las estrategias son las rutinas productivas de las firmas. Y los pagos son los beneficios económicos que obtienen. En el caso de el pago que el recibió en el período anterior se mayor que para los demás jugadores, es decir, si  $q_{j,n-1}^{-g} < q_{j,n-1}^g$ , entonces el jugador  $g$  elegirá su propia estrategia y el proceso se comportará como un proceso de aprendizaje individual.

Octubre 5, 6 y 7 de 2011

Ciudad Universitaria,  
México, D.F.

En el caso contrario, la regla de decisión se rige por la siguiente expresión:

$$x_{j,n}^g = \frac{q_{j,n-1}^{-g}}{\sum_{k \neq i} q_{j,n-1}^{-g}} \quad (6)$$

Donde  $q_{j,n-1}^{-g}$  representa la estrategia que generó el mayor pago en el período anterior para los jugadores diferentes a  $g$  en el momento  $n-1$ . En este juego, mientras mayor sea el valor recibido, mayor será la probabilidad de que la estrategia  $j$  sea la estrategia escogida por el jugador  $g$  en el momento  $n$ . Por su parte,  $\sum_{k \neq g}^N q_{j,n-1}^{-g}$  representa el valor total de los pagos recibidos por los demás jugadores en el período  $n-1$ , es decir, el período anterior.

Las probabilidades de escoger cada una de las diferentes alternativas en los períodos posteriores, retomando algunos resultados del proceso de aprendizaje individual podemos obtener lo siguiente:

<http://congreso.fca.unam.mx>

[informacongreso@fca.unam.mx](mailto:informacongreso@fca.unam.mx)

Teléfonos<sup>15</sup> Ibidem

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08

$$q_{j,n}^g = q_{j^*,n-1}^{-g} \quad (7)$$

$$Q_n^g = \sum_{k \neq 0}^N q_{j,n-1}^{-g}$$

Por lo tanto,  $q_{j,n+1}^g = q_{j^*,n}^{-g} + \sigma_{j^*,n}^{-g}$  y normalizando como en el proceso de aprendizaje individual, se obtiene que la siguiente expresión:

$$q_{j,n+1}^g = \frac{(q_{j^*,n}^{-g} + \sigma_{j^*,n}^{-g})C(n+1)}{nC + U_n^g} \quad (8)$$

Por último, es necesario calcular la actualización de las frecuencias relativas presentadas en la ecuación (6) a partir de la ecuación (8), obteniéndose lo siguiente:

$$x_{j,n+1}^g = x_{j,n}^g + \frac{(q_{j^*,n}^{-g} + \sigma_{j^*,n}^{-g})C(n+1)}{nC + U_n^g} \quad (9)$$

Calculando los puntos fijos, es decir, cuando  $x_{j,n+1}^g = x_{j,n}^g$  se obtiene lo siguiente:

$$U_n^g = f_g^{-1}[q_{j^*,n}^{-g}, \sigma_{j^*,n}^{-g}, Cn] \quad (10)$$

En este juego el pago de las empresas se encuentra en función de la innovación que realicen, de las rutinas de otras firmas. La innovaciones serán mayores en la medida en que yo no es un individuo, sino de un grupo de individuos que realizan las actividades de investigación y desarrollo I+D y en algunas ocasiones en proyectos compartidos con otras firmas. En este caso la mayor interacción debido a la mayor cantidad de individuos genera innovaciones más frecuentes y por eso la cantidad de innovaciones tecnológicas se han presentado con mucha mayor frecuencia que en los periodos anteriores.

Lo realmente interesante es que las actividades de I+D para el periodo comprendido entre la Segunda Revolución Industrial, es decir, finales del siglos XIX, el Siglo XX y lo que va del XXI, las firmas integraron verticalmente el proceso de innovación tecnológica obteniendo mayores beneficios que les permitieron a las firmas crecer y consolidarse.

#### 4. Conclusiones

A la pregunta de qué son y por qué existen las firmas se han dado diferentes respuestas. La más importante se ha dado desde la perspectiva neoinstitucional según la cual, la firma existe porque minimiza los costos de transacción. En el presente documento se ha mostrado que aunque esta perspectiva es clara, existen otras alternativas teóricas que la complementan. Específicamente, la perspectiva evolucionista permite extender la concepción de los costos de transacción a

<http://co>

informac

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax

52 (55) 5616.03.08

ambientes dinámicos. Adicionalmente, estas dos perspectivas teóricas se pueden complementar con la historia económica para explorar otras alternativas acerca de la existencia de las firmas.

La incorporación de la historia económica de la innovación tecnológica en el análisis acerca del origen de la firma permite ampliar el alcance de la perspectiva neoinstitucional ya que permite decir que el surgimiento de la empresa se presentó de manera simultánea con la Primera Revolución Industrial. Es bueno reiterar que la innovación tecnológica típica de este periodo fue desarrollada por inventores que interactuaban muy poco entre si, que producían innovaciones que no se complementaban con otras, pero ante todo que estaban trabajando fuera de las firmas. No obstante, los inventos incrementaron la capacidad productiva de los productores (sic) que empezaban a convertirse en firmas.

Igualmente las innovaciones tecnológicas de la Primera Revolución Industrial, permitieron aprovechar las economías de escala y como consecuencia de la aparición de nuevas fuentes de energía, de maquinaria y herramientas, se requirieron nuevos espacios y se modificó sustancialmente el lugar, la forma y los tiempos de producción con respecto a estructuras productivas como talleres.

La evidencia histórica también muestra que posteriormente desde finales del siglo XIX hasta nuestros días, se ha presentado un creciente proceso de innovación tecnológica, de manera mucho más frecuente, que ha incrementado la productividad pero que ante todo ha consolidado a la firma como la estructura productiva dominante y prácticamente ha eliminado a otras estructuras productivas preindustriales.

De los modelos presentados en la última sección, se pueden extraer un par de conclusiones interesantes. La primera es que en el origen de la firma los factores asociados con las innovaciones tecnológicas permiten entender tanto el surgimiento como la consolidación de la firma como estructura productiva. En el primer modelo se muestra que cuando la actividad innovadora se presentó de manera significativa, se dieron las condiciones para que la firma emergiera. Aunque este proceso no se había integrado verticalmente.

El segundo modelo muestra que la integración vertical de la innovación tecnológica permitió el crecimiento y la consolidación de las firmas. Más aún, tanto la evidencia histórica como el juego que describe el proceso de innovación tecnológica permiten ver que aquellas firmas que innovaron, permanecieron en el mercado, mientras que las que no eventualmente desaparecieron. Igualmente el modelo muestra que no solo es necesario innovar, sino que se requiere que las firmas realicen innovaciones que sean complementarias entre si. De tal manera que en el proceso de consolidación de la firma, aquellas que innoven y que desarrollen innovaciones que tengan complementos permanecerán y tendrán más probabilidad de subsistir en un ambiente innovador.

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>

[informacongreso@fca.unam.mx](mailto:informacongreso@fca.unam.mx)

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08



División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM  
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

## Bibliografía

Asthon, T. S. (1996), La Revolución Industrial, Fondo de Cultura Económica

Basalla, George (1991), La Evolución de la Tecnología, Editorial Crítica.

Benavides G. Oscar A. (2004) La Innovación tecnológica desde una perspectiva evolutiva, Cuadernos de Economía No. 41, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Benavides G. Oscar (2008) De Inventores a empresas. La historia económica de la innovación tecnológica, UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA.

Coase, Ronald (1939), The Nature of the Firm, *Economica* 4, p. 286-405:

David, Paul (1985), Clio and the Economics of QWERTY, *American Economic Review*, 75, may: 332-337.

David, Paul (1989), Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a Not-Too-Distant Mirror, Center of Economic Policy and Research, No. 172, Stanford University.

Derry, T.K y Trevor Williams (1999), Historia de la Tecnología. Desde la Antigüedad hasta 1750, Siglo XXI Editores

Dosi, Giovanni, L. Marengo y G. Fagiolo (1997), Alternative methodologies for modelling evolutionary dynamics, Working Paper IIASA, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

Dosi, G., Freeman, C. Nelson R, Silverberg G. And Soete (1988), Technical Change and Economic Theory, Pinter

Elster, Jon (2000), El cambio tecnológico. Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social. Gedisa editorial

Landes, David (1979), Progreso técnico y Revolución Industrial, Tecnos.

Mokyr, Joel (1990), The Lever of the Riches, Oxford University Press,

Mokyr, Joel (2000), Evolutionary phenomena in technological change en John Ziman (ed). Technological Innovation as an Evolutionary Process, Cambridge University Press.

Nelson, Richard (1993) Routines, en The Elgar Companion to Institutional and Evolutionary Economics, Hodgson, Samuels y Rool (eds), Vol II, p. 249.

Nelson, Richard y Sydney Winter (1982) An Evolutionary Theory of Economic Change, Cambridge University Press.

<http://congreso@tca.unam.mx>  
[informacongreso@tca.unam.mx](mailto:informacongreso@tca.unam.mx)

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08



División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM  
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

Roberts John (2004) La Empresa Moderna, Organización, Estrategia y Resultados. Antoni Bosch

Schumpeter Joseph (1997), La Teoría del Desarrollo Económico, FCE. .

Simon, Herbert (1988), Bounded rationality, en The New Palgrave: A dictionary of Economics, Mc Millan Press, Vol I, p. 266

Smith, Adam (1992) La Riqueza de las Naciones, Fondo de Cultura Económica, Séptima reimpresión

Tarzijan, Jorge (2003)"Revisando la Teoría de la Firma", ABANTE, Vol. 6, N° 2,

Valdaliso Jesús y Santiago López (2007) Historia Económica de la Empresa, Critaca

Williams, Trevor (2000) Historia de la Tecnología. Desde 1900 hasta 1950, Tomos IV y V, Siglo XXI

# XVI CONGRESO INTERNACIONAL DE CONTADURÍA ADMINISTRACIÓN E INFORMÁTICA



Octubre 5, 6 y 7 de 2011  
Ciudad Universitaria  
México, D.F.

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>

[informacongreso@fca.unam.mx](mailto:informacongreso@fca.unam.mx)

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08



**ANFECA**  
Asociación Nacional de Facultades y  
Escuelas de Contaduría y Administración

División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM  
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510