

Complementariedades en las Decisiones de Innovación y del Nivel de Producción en la Industria Manufacturera Peruana



Autor: Edward Manuel Ruiz Crosby

XXXII ENCUENTRO DE ECONOMISTAS

DEL BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ

Motivación

- Diversificación Productiva del país: Se necesitan nuevos motores para el crecimiento económico.
- Szirmai y Verspagen (2010): Sector manufacturero como principal motor del crecimiento. Rol de la innovación en manufacturas es crucial.
- FEM 2014-2015: Perú en puesto 117 de 148 países en el pilar de Innovación.
- Swann(2009): Importancia de la distinción entre la innovación de productos e innovación de procesos por tener diferentes efectos económicos.
- Endogeneidad de las decisiones de innovación y del nivel de producción.

Problema Económico

- ¿Son estos dos tipos de innovación complementarios? ¿Son complementarios con el nivel de producción? Modelo de Miravete y Pernías (2006).
- El diseño de políticas públicas que otorguen incentivos para desarrollar un tipo de innovación debe considerar el impacto en los otros tipos de innovación y en otras variables de decisión de las firmas.
- De existir complementariedades en las variables de decisión de las firmas se requerirá de un alto grado de coordinación intrafirma. Así, estructuras organizacionales jerárquicas son preferibles a estructuras más horizontales.

Problema Matemático

- Las variables de decisión de innovación de productos y de procesos son discretas y dicotómicas, por lo que el dominio de la función de beneficios no es convexo.
- Por la misma razón, la función de beneficios no es diferenciable en todas sus variables de decisión. La función de beneficios deberá ser **Supermodular**. (Topkis, 1998). Función **Supermodular** \leftrightarrow Variables de decisión *Complementarias*.
- La función de verosimilitud empleada para la estimación incluirá una integral definida con partes no diferenciables.

Revisión de la Literatura

- Miravete y Pernías (2006): Aplicación a la industria de cerámicos español.
- Kretschmer, Miravete y Pernías (2012): Extienden el modelo empleado por M. y P. (2006) para evaluar si la competencia aumenta o no la innovación.
- Schmiedeberg (2008): Complementariedades de I&D interno, I&D externo e cooperación de I&D entre firmas para la industria manufacturera alemana. Encuentra que existe complementariedades entre la primera y tercera variable.

Revisión de la Literatura

- Tello (2014): *Para Perú, los estudios de innovación se han concentrado en análisis descriptivo de actividades de CTI e indicadores TIC (e.g., CONCYTEC, 2005, Kuramoto, 2008 y Tello, 2011 y 2010) o de análisis de políticas CTI (e.g., Kuramoto & Diaz, 2010 and 2011; Kuramoto, 2007; Tello, 2010; Sagasti, 2011 and UNCTAD-ECLA, 2011).*
- Tello (2011): Rol de la innovación en las empresas manufactureras. Probit y Logit de decisiones de innovación y estimación de indicador de rentabilidad.
- Tello (2014): Decisión de las firmas de invertir en actividades de CTI, de innovar y de productividad. Ecuaciones simultaneas con Tobit y Heckman.

Definiciones Económicas

- **Innovación:** Es la aplicación comercial de nuevas ideas, a diferencia de la invención que es la generación de nuevas ideas (Swann, 2009).
- **Innovación de productos o potenciadora de Demanda:** Cualquier estrategia dirigida a diferenciar los productos de una firma respecto a los de sus competidores. Ejemplo: Nuevos diseños.
- **Innovación de procesos o reductora de Costos:** Cualquier estrategia dirigida a reducir los costos unitarios de la firma. Ejemplo: Nuevos métodos de organizar el trabajo.

Hipótesis

- **Hipótesis:** Existen complementariedades en las decisiones de innovación y del nivel de producción en la Industria Manufacturera Peruana.
- Para el contraste se desarrollará el modelo estructural de elección discreta de Miravete y Pernías (2006) el cual distingue entre las complementariedades de las variables de decisión de la firma y la correlación inducida por la heterogeneidad no observada de las firmas.

El Modelo (M. y P., 2006)

- De Miravete y Pernías, (2006). Es de competencia monopolística, de equilibrio parcial y de corto plazo, para analizar firmas manufactureras.
- La firma i decide sobre su nivel de producción x_{yi} y si implementa una innovación de productos x_{di} o de procesos x_{ci} .
- $x_{di} \in \{0,1\}$, $x_{ci} \in \{0,1\}$ y $x_{yi} \in \mathbb{R}_+^1$. Esto es, las variables de decisión pertenecen al conjunto $X = \prod_{i=1}^3 X_i = \{0,1\} \times \{0,1\} \times \mathbb{R}_+^1$ donde $X_1 = \mathbb{R}_+^1$, $X_2 = \{0,1\}$ y $X_3 = \{0,1\}$.

El Modelo (M. y P., 2006)

- La función de beneficios:

$$\pi(x_i, Z_i) = R(x_{di}, x_{yi}, Z_{ri}) - C(x_{ci}, x_{yi}, Z_{ci}) - K(x_{di}, x_{ci}, Z_{ki})$$

- Donde R=Ingresos, C=CV de producción, K=CF de innovación.
- Los vectores $Z_{ri} = (z_{ri}, \zeta_{ri})$, $Z_{ci} = (z_{ci}, \zeta_{ci})$ y $Z_{ki} = (z_{ki}, \zeta_{ki})$ contienen a las variables exógenas observables y no observables de las firmas.

El Modelo (M. y P., 2006)

$$\pi(x_{di}, x_{ci}, x_{yi}) = (\theta_{di} + \varepsilon_{di}) x_{di} + (\theta_{ci} + \varepsilon_{ci}) x_{ci} + (\theta_{yi} + \varepsilon_{yi}) x_{yi} \\ + \delta_{dy} x_{di} x_{yi} + \delta_{dc} x_{di} x_{ci} + \delta_{cy} x_{ci} x_{yi} - \frac{\gamma}{2} x_{yi}^2$$

- **Hipótesis Principal:** π es Supermodular en X , i.e., x_{yi} , x_{di} y x_{ci} son complementarios.
- Esta hipótesis se comprueba si $\delta_{dy} \geq 0$, $\delta_{cy} \geq 0$ y $\delta_{dc} \geq 0$ y se contrastará empíricamente.

El Modelo (M. y P., 2006)

- $\delta_{dy} \geq 0$: La innovación de productos diferencia los bienes y servicios de la firma favoreciendo la expansión de la producción. Además, niveles más altos de producción aumentan la rentabilidad de innovar por productos.
- $\delta_{cy} \geq 0$: La innovación de procesos reduce los costos de producción de la firma favoreciendo la expansión de la producción. Además, niveles más altos de producción aumentan la rentabilidad de innovar por procesos.
- $\delta_{dc} \geq 0$: La adopción de un tipo de innovación aumenta la rentabilidad de realizar el otro tipo de innovación.

El Modelo (M. y P., 2006)

- Las innovaciones no solo aumentan los ingresos y reducen costos, según sea el caso. Conforme a Athey y Schmutzler (1995) también \uparrow el IMg y \downarrow el CMg:

$$IMg(x_{yi}, 1, Z_{ri}) - IMg(x_{yi}, 0, Z_{ri}) = \delta_{dy} \geq 0$$

$$CMg(x_{yi}, 1, Z_{ci}) - CMg(x_{yi}, 0, Z_{ci}) = -\delta_{cy} \leq 0$$

- Además, con ambos tipos de innovación se reducen más los costos de adopción de ambos:

$$[K(1,1, Z_{ki}) - K(1,0, Z_{ki})] - [K(0,1, Z_{ki}) - K(0,0, Z_{ki})] = -\delta_{dc} \leq 0$$

El Modelo (M. y P., 2006)

- θ_{di} , θ_{ci} y θ_{yi} son funciones lineales de variables exógenas observables.
- ε_{di} , ε_{ci} y ε_{yi} son funciones lineales de variables exógenas no observables.
- Supuestos estocásticos para la función de verosimilitud:

$$\varepsilon_{di} \sim N(0, \sigma_d^2)$$

$$\varepsilon_{ci} \sim N(0, \sigma_c^2)$$

$$\varepsilon_{yi} \sim N(0, \sigma_y^2)$$

$$M = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{dc} & \rho_{dy} \\ \rho_{dc} & 1 & \rho_{cy} \\ \rho_{dy} & \rho_{cy} & 1 \end{bmatrix}$$

Matriz de correlaciones inducidas por variables exógenas no observables.

El Modelo (M. y P., 2006)

- CPO: $IM_g = CM_g$. Se obtiene el nivel de producción óptimo:

$$x_{yi}^* = \gamma^{-1}(\theta_{yi} + \delta_{dy}x_{di} + \delta_{cy}x_{ci} + \varepsilon_{yi})$$

$$\pi^*(x_{di}, x_{ci}) = \pi_{0i} + (\kappa_{di} + \varepsilon_{di})x_{di} + (\kappa_{ci} + \varepsilon_{ci})x_{ci} + \delta x_{di}x_{ci}$$

$$\kappa_{ji} = \theta_{ji} + 0.5\gamma^{-1}\delta_{jy}^2 + \gamma^{-1}\delta_{jy}\kappa_{yi}, \quad \forall j = d, c$$

$$\kappa_{yi} = \theta_{yi} + \varepsilon_{yi}, \quad \pi_{0i} = 0.5\gamma^{-1}\kappa_{yi}^2, \quad \delta = \delta_{dc} + \gamma^{-1}\delta_{dy}\delta_{cy}$$

El Modelo (M. y P., 2006)

- i decide por ambos tipos de innovación:

$$\pi(1, 1) > \pi(0, 1), \pi(1, 1) > \pi(1, 0) \text{ y } \pi(1, 1) > \pi(0, 0)$$

- i decide únicamente innovar potenciando la demanda:

$$\pi(1, 0) > \pi(0, 1), \pi(1, 0) > \pi(1, 1) \text{ y } \pi(1, 0) > \pi(0, 0)$$

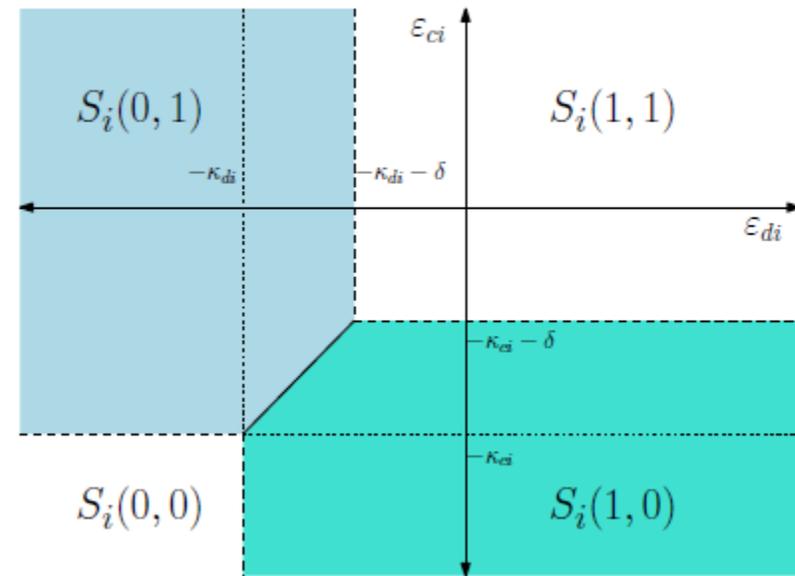
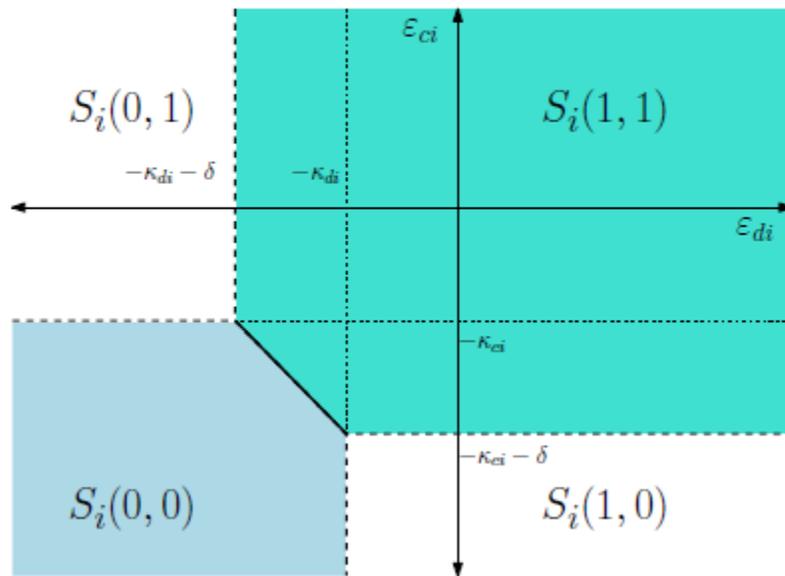
- i decide únicamente innovar reduciendo costos:

$$\pi(0, 1) > \pi(1, 0), \pi(0, 1) > \pi(1, 1) \text{ y } \pi(0, 1) > \pi(0, 0)$$

- i no innova: $\pi(0, 0) > \pi(1, 0), \pi(0, 0) > \pi(1, 1) \text{ y } \pi(0, 0) > \pi(0, 1)$

El Modelo (M. y P., 2006)

Regiones que definen las decisiones de Innovación para $\delta > 0$ y $\delta < 0$, respectivamente



Método de Estimación (M. y P., 2006)

- Método de *Máxima Verosimilitud*:

$$L_i(\Theta | x_{di}, x_{ci}, x_{yi}) = \gamma f(\varepsilon_{yi}) \Pr(x_{di}, x_{ci} | \varepsilon_{yi})$$

- Considerando a los conjuntos $S_i(x_{di}, x_{ci})$ se tiene que:

$$L_i(\Theta | x_{di}, x_{ci}, x_{yi}) = \iint_{S_i(x_{di}, x_{ci})} \gamma f(\varepsilon_{yi}) g(\varepsilon_{di}, \varepsilon_{ci} | \varepsilon_{yi}) d\varepsilon_{ci} d\varepsilon_{di}$$

$$L_i(\Theta | x_{di}, x_{ci}, x_{yi}) = \iint_{S_i(x_{di}, x_{ci})} \gamma \frac{1}{\sigma_d \sigma_c \sigma_y} \phi_3 \left(\frac{\varepsilon_{di}}{\sigma_d}, \frac{\varepsilon_{ci}}{\sigma_c}, \frac{\varepsilon_{yi}}{\sigma_y}, M \right) d\varepsilon_{ci} d\varepsilon_{di}$$

Método de Estimación (M. y P., 2006)

- Finalmente se tiene la siguiente función de verosimilitud a maximizar:

$$L_i(\Theta | x_{di}, x_{ci}, x_{yi}, z_{ri}, z_{ci}, z_{ki}) = \gamma \frac{1}{\sigma_d \sigma_c \sigma_y} \phi\left(\frac{\varepsilon_{yi}}{\sigma_{yi}}\right) \left\{ \Phi_2(-k_{d_{yi}}, -k_{c_{yi}}; s_i \rho_{dcy}) \right. \\ \left. - 1(s_i \delta > 0) q_{di} \int_{a_{d_{yi}}}^{b_{d_{yi}}} \phi(\mu_{d_{yi}}) [\Phi(b_{c_{d_{yi}}}) - \Phi(a_{c_{d_{yi}}})] d(\mu_{d_{yi}}) \right\}$$

- Para el último componente se empleará Cuadratura de Gauss-Legendre. El vector de parámetros a estimar es Θ .

Los Datos

- Datos de corte transversal. Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera (ENIIM) 2012.
- Unidad de observación: la firma. 1 119 empresas consideradas.
- Nivel de producción: Logaritmo de ventas anuales de la firma en el 2011.

Complementariedades Incondicionales: Asociación entre las Variables Endógenas

Variables Endógenas	Coef. Corr. Spearman	Coef. Corr. Kendall
x_d, x_c	0.71	0.71
x_d, x_y	0.22	0.18
x_c, x_y	0.25	0.20

Los Datos

- El periodo de realización de las innovaciones se considera del 2009 al 2011.
- Innovaciones de productos incorporan las referentes a la comercialización (marketing) y las de procesos contienen las de organización.

Tipo de Empresa

Decisiones de Innovación	Nº de Empresas	Porcentaje
Innovar por productos y procesos	575	51.4
Innovar sólo por productos o procesos	158	14.1
No Innovar	386	34.5
TOTAL	1119	100.0

Los Datos

- Variables exógenas observables (ENIIM 2012). Se espera un impacto +:
 - Variables *dummy* del código CIIU de dos dígitos que denotan la actividad económica de la firma. Se espera ver si hay heterogeneidad entre los rubros manufactureros.
 - Años de experiencia de la firma transcurridos desde que la firma inició sus operaciones hasta el 2012.
 - Variable dicotómica que indica si la firma integró un grupo económico de empresas en el 2011.

Los Datos

- % del capital extranjero en el año 2011.
- % de la producción destinada a exportaciones.
- Indicador de capital humano (CONCYTEC, 2013) que mide el promedio ponderado de los años de educación de los trabajadores de la firma.
- Variables *dummy* para indicar la adquisición de normas técnicas de gestión, procesos certificados, productos certificados antes del 2009. Proxy de innovaciones pasadas.
- Variables *dummy* para indicar la cooperación activa de otros agentes o instituciones.

Agenda pendiente de Investigación

- Escoger el método numérico correcto para estimar la función de máxima verosimilitud, dado que presenta partes no diferenciables.
- Corroborar si se pueden estimar todos los parámetros.
- Elaborar propuestas de política a partir de los resultados.

Complementariedades en las Decisiones de Innovación y del Nivel de Producción en la Industria Manufacturera Peruana



Autor: Edward Manuel Ruiz Crosby

XXXII ENCUENTRO DE ECONOMISTAS

DEL BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ