

**EXTERNALIDADES DE LA EDUCACIÓN BAJO LA ESTIMACIÓN DE
MODELOS MULTINIVEL: UN ENFOQUE POR TIPO DE TRABAJADOR**

ANDRÉS FELIPE SARRIA AGUDELO

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
MAESTRÍA EN ECONOMÍA APLICADA
SANTIAGO DE CALI
2016**

**EXTERNALIDADES DE LA EDUCACIÓN BAJO LA ESTIMACIÓN DE
MODELOS MULTINIVEL: UN ENFOQUE POR TIPO DE TRABAJADOR**

ANDRÉS FELIPE SARRIA AGUDELO

Tesis de maestría

**Director
Leonardo Raffo
Magíster en Economía Aplicada**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
MAESTRÍA EN ECONOMÍA APLICADA
SANTIAGO DE CALI
2016**

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
1. ANTECEDENTES	11
2. MARCO TEÓRICO	17
3. METODOLOGÍA	22
3.1 Modelos multinivel	26
3.2 Sesgo de selección	32
3.3 Caracterización de las variables a nivel de firmas	33
4. RESULTADOS ECONOMETRÍCOS	45
4.1 Modelo nulo	45
4.2 Modelo multinivel	47
5. CONCLUSIONES	54
REFERENCIAS	56
ANEXOS	61
Anexo 1	61
Anexo 2	62

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Externalidades de la educación	21
Figura 2. Ingresos promedio y proporción de cualificación por rama de actividad	36
Figura 3. Dispersión de los ingresos promedio de los individuos cualificados y no cualificados	38
Figura 4. Ingresos promedio por tipo de firma	44
Figura 5. Ingresos de individuos cualificados y no cualificados para todos los tipos de firmas	45
Figura 6. Ingresos promedio y proporción de individuos cualificados para todos los tipos de firmas	48

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Definición de las variables explicativas	30
Tabla 2. Caracterización por sector productivo o tipo de actividad	35
Tabla 3. Caracterización por sector productivo o tipo de actividad y tipo de trabajador	37
Tabla 4. Caracterización por tamaño de firmas	39
Tabla 5. Caracterización por tamaño de firma y tipo de individuo	40
Tabla 6. Ingresos y tipo de firmas con mayor concentración de capital humano	42
Tabla 7. Ingresos y tipo de firmas con menor concentración de capital humano	43
Tabla 8. Modelo nulo	47
Tabla 9. Modelo con única variable independiente proporción de cualificados	52
Tabla 10. Modelo jerárquico de retornos privados y externalidades de la educación	55

RESUMEN

Con esta investigación se pretende examinar si en Santiago de Cali se presentan externalidades positivas por capital humano (educación) sobre los ingresos individuales de las personas ocupadas en la ciudad, utilizando la Encuesta de Empleo y Calidad de Vida para Cali, 2012. Por medio de la estimación de ecuaciones mincerianas bajo la metodología de modelos jerárquicos, se encuentra evidencia que relaciona las características del entorno laboral con el comportamiento individual, en este caso el nivel educativo de los tipos de firmas y los ingresos a nivel individual de los agentes que pertenecen a las mismas. Además, se lleva a cabo el mismo análisis diferenciando el efecto de las externalidades entre individuos “cualificados” y “no cualificados” como lo plantea el modelo teórico de Moretti (2004).

Palabras claves: Externalidades, capital humano, educación, tipos de firmas, ecuaciones mincerianas, modelos jerárquicos, productividad.

Clasificación JEL: I26, J24, J31

INTRODUCCIÓN

Los efectos de la educación sobre los ingresos a nivel individual son bien conocidos debido al gran volumen de investigaciones sobre ese tema. Desde Mincer (1974) se empezaron a desarrollar estudios que buscan encontrar una relación consistente entre educación e ingresos a nivel individual. En la mayoría de esos estudios se ha revelado la existencia de una correlación positiva entre las variables mencionadas. Sin embargo, es posible pensar que la educación no solo tiene un efecto directo en los ingresos de las personas, también se debe considerar un efecto indirecto vía externalidades.

En Smith (1776) ya se entreveía el posible efecto de una sociedad más educada en el bienestar individual. Conjuntos sociales más educados generan externalidades positivas que aumentan el bienestar de los individuos de esa sociedad, incluso de los menos educados. En este sentido, aumentos en el nivel educativo general de la sociedad llevarían a incrementos en los ingresos a nivel individual. Se trata de un efecto *spillover*¹, donde los individuos con acceso a mejor educación amplían sus oportunidades y posibilidades de elección, al tiempo que incrementan su propia productividad y la de las firmas y sectores a los que hacen parte (Marshall, 1890).

En la mayoría de los estudios que relacionan la educación con el ingreso (ecuación minceriana) no se tiene en cuenta los efectos indirectos de la educación y por lo tanto se niega la posibilidad de que un individuo reciba algún tipo de beneficio en términos de ingreso procedente de la concentración de capital humano de la firma o lugar de trabajo al cual

¹ Fenómeno de contagio o derrame que se asocia al concepto de externalidad.

pertenece (Marcelo, 2005). Al no tener en cuenta la posible existencia de externalidades por educación se podría estar subvalorando o sobrevalorando su papel en el bienestar individual y social.

Dado lo anterior, el objetivo general de esta investigación es determinar la relación entre la concentración de capital humano de los diferentes tipos de firmas² o empresas de Santiago de Cali y los ingresos laborales a nivel individual. Teniendo en cuenta el modelo planteado por Moretti (2004), también se busca señalar la existencia de una diferencia en ganancias por concentración de capital humano entre trabajadores cualificados y no cualificados.

Para alcanzar el objetivo planteado se definen algunos objetivos específicos: 1) Estimar ecuaciones mincerianas bajo el método de modelos multinivel, con un primer nivel compuesto por los individuos trabajadores de los distintos tipos de firmas de Cali y un segundo nivel por los tipos de firmas de la ciudad. 2) Antes de realizar la modelación econométrica interesa caracterizar las variables relevantes por medio de estadísticas descriptivas. 3) Luego por medio de los modelos jerárquicos se pretende determinar si el total de la varianza de las remuneraciones de los individuos ubicados en diferentes tipos de firmas es explicada de forma significativa por el efecto aleatorio a nivel 2 (tipos de firma) 4) Acto seguido, interesa expandir el modelo a nivel uno y nivel dos para observar si la concentración de capital humano del entorno de trabajo es significativa a la hora de explicar el

² Los tipos de firmas hacen referencia a sectores económicos con un tamaño específico. En la metodología se lleva a cabo una definición más detallada de este concepto.

comportamiento de los ingresos individuales, diferenciando entre tipos de trabajador como lo hace Moretti (2004).

Para la construcción del segundo nivel (tipos de firmas) se tuvo en cuenta la actividad desarrollada por la firma y el tamaño de la misma (pequeña, mediana o grande), con la finalidad de homogeneizar las características de los individuos dentro de cada tipo de firma y a la vez lograr una diferenciación entre las mismas, lo que permitiría captar una posible diferencia salarial entre los individuos de los diferentes tipos de firmas, explicada por la diferencia en el stock de capital humano.

Marshall (1890) plantea que las interacciones entre individuos que comparten un mismo espacio (vecindad geográfica, lugar de trabajo, etc.) crean condiciones de aprendizaje y oportunidad que terminan beneficiando a los individuos de esa comunidad, inclusive a los menos cualificados. Siguiendo a este autor se plantea la hipótesis de este trabajo, que aduce la existencia de externalidades económicas positivas de la educación vía productividad. De este modo, la relación entre los incrementos salariales y la concentración de capital humano puede explicarse por las ganancias en productividad que surgen de la interacción con las personas más cualificadas (Rauch, 1991; Moretti, 2004). En el contexto de esta investigación las interacciones que ocurren en el lugar de trabajo, que es precisamente el sitio donde se reflejan los conocimientos y las capacidades de las personas cualificadas y, por lo tanto, donde los menos cualificados pueden aprovechar las interacciones.

Por último, teniendo en cuenta el modelo de Moretti (2004), el cual describe que la concentración de capital humano tiene un efecto en los ingresos de las personas menos cualificadas mayor que en las personas con nivel educativo superior, se plantea una segunda hipótesis, que busca probar que el “efecto competencia” citado en el mencionado modelo

termina perjudicando la variación de los ingresos de las personas cualificadas ante una mayor concentración de capital humano.

El documento está estructurado de la siguiente manera: primero se hará una revisión de la literatura acorde al tema de investigación, en la que se hace referencia a los trabajos de carácter nacional e internacional más relevantes sobre este tópico; seguido de esto se lleva a cabo la exposición del modelo de Moretti (2004), que compone el marco teórico principal de la investigación; posteriormente, se plantea la metodología a utilizar en la que se justifica y describe detalladamente la estructura teórica de los modelos multinivel o jerárquicos. En las tres secciones finales se presentan las características descriptivas más relevantes dado el objetivo de investigación, se analizan los resultados después de aplicar la técnica de modelos multinivel y, por último, se exponen con las conclusiones.

1. ANTECEDENTES

Una de las motivaciones para llevar a cabo un estudio de externalidades surge del trabajo de Psacharopoulos (1994), quien indaga sobre la rentabilidad de la inversión en educación a escala global. En esta investigación se encuentra que la rentabilidad social por nivel educativo es menor que la rentabilidad individual, por lo tanto se estaría en presencia de externalidades negativas de la educación, resultado que está en contra de la teoría económica e intuición, pero que incentiva a profundizar e innovar en el tema y su problemática. Según sus resultados, las rentabilidades sociales por nivel educativo de la educación primaria, secundaria y superior son respectivamente 20 %, 11,4 %, y 14 %, mientras que a nivel individual para los mismos niveles educativos la rentabilidad es de 27,7

%, 14,7 % y 21,7 %. Para llegar a estos resultados se estimó los rendimientos de la educación a nivel individual y social bajo funciones de costo beneficio, con las cuales no se tiene en cuenta los posibles efectos *spillover* de la educación.

Por otro lado, la investigación que más se acerca a lo que busca este estudio es la de Marcelo (2005) en la que el autor busca determinar la relación entre la inversión en educación y las externalidades en los salarios individuales en Bogotá. Sus resultados avalan la existencia de externalidades positivas de la educación por nivel educativo en esa ciudad, donde el 38,8 % de la variabilidad del ingreso individual es explicado por las características de las vecindades, mientras que el 46,7 % es explicado por factores individuales.

Castellar y Uribe (2001) también consideran que para estudiar las externalidades de la educación se deben tener en cuenta dos dimensiones, la individual y la colectiva, referente al segmento donde convive el individuo. Utilizando una metodología de estimación de datos de panel bajo el concepto de endogenización de las externalidades, los autores encuentran que la rentabilidad social de la educación es mayor que la individual, confirmando la existencia de externalidades positivas de la educación. En este caso se trata la externalidad como un componente fijo y por lo tanto se modela en la estimación, encontrando que un año promedio adicional de educación en un segmento induce un aumento de 9,4 % de los ingresos de los individuos pertenecientes a ese segmento.

Rodrigo (2010) estudia las externalidades de capital humano en México, con especial interés en la educación superior. A partir de una estimación bajo la metodología de mínimos cuadrados ordinarios y el marco teórico de Moretti (2004), el autor encuentra que aumentos de un año en la escolaridad promedio de una localidad, están asociados con un incremento entre 4 % y 7 % del salario promedio; un aumento en 1 % de la proporción de egresados de

educación superior está asociado con un aumento entre 0,7 % y 1 %, efecto entre 50 % y 70 % mayor que el efecto asignado al aumento de egresados de educación media superior.

Rauch (1991) lleva a cabo una exploración empírica de las ganancias de la productividad desde la concentración de capital humano, trabajando específicamente con las ciudades de Estados Unidos. Para llevar a cabo su objetivo introduce en la ecuación de ingresos la media del capital humano agregado del mercado laboral local. Los resultados corroboran la presencia de externalidades de capital humano positivas, encontrando que un año adicional de educación media aumenta la productividad media de los factores en 2,8 %; resultado muy similar al de Lucas (1988), quien construye un modelo teórico de crecimiento de largo plazo, basado en el capital humano como motor de crecimiento económico y suponiendo que la economía de Estados Unidos estaba en la senda de crecimiento equilibrado descrita en su modelo. El autor encuentra que un año adicional de educación media eleva la productividad en 3,2 %

Teniendo en cuenta el enfoque de crecimiento endógeno, Gaviria (2005) estima la contribución del capital humano al crecimiento económico en Colombia en la última mitad del siglo XX. Su propuesta metodológica se basa en la búsqueda de una relación de largo plazo, bajo el método de Engle, Granger y Johansen (Engle y Granger, 1987; Johansen, 1988) que busca encontrar cointegración entre las series. El resultado más relevante de esta investigación es la estimación de la elasticidad del producto al capital humano que da un resultado de 0,49, sin duda según el autor, mayor al de otros estudios en el ámbito nacional e internacional. El autor defiende la existencia de externalidades de la educación haciendo referencia a la interacción entre capital humano y cambio técnico al momento de determinar la dinámica del crecimiento.

De Moraes, Da Mota, Fonseca y Coelho (2014) utilizan la metodología de datos de panel para explorar la presencia y magnitud de las externalidades productivas de capital humano en las ciudades brasileñas, con lo que intentan responder a su pregunta de investigación: ¿Por qué hay ciudades más productivas que otras? Los resultados muestran que una expansión del 1 % de los trabajadores cualificados tiende a incrementar el salario promedio en 3,5 %, y que además de la concentración de capital humano, el tamaño de las ciudades es significativo a la hora de explicar las diferencias en productividad y salarios de las ciudades trabajadas en el estudio.

En un trabajo similar, Moretti (2004) estima efectos *spillover* en los ingresos de trabajadores de diferentes ciudades, con distintas proporciones en cuanto al número graduados de educación superior. El autor utiliza datos longitudinales para estimar un modelo de selección no aleatoria de los trabajadores entre las ciudades. Los resultados muestran que un aumento de un punto porcentual en la oferta de graduados universitarios aumenta los salarios de los individuos que abandonaron la escuela secundaria en 1,9 %, los graduados de la escuela secundaria en 1,6 % y los graduados universitarios en 0,4 %, ratificando lo que predice su modelo sobre las externalidades de la educación según el tipo de trabajador.

Acemoglu y Angrist (2001) se preguntan qué tan grandes son las externalidades del capital humano en Estados Unidos. Para responder a esta cuestión plantean la estimación de los retornos privados de la educación y el efecto externo del mismo, empleando la metodología de mínimos cuadrados en dos etapas, utilizando como variables instrumentales las leyes de educación obligatoria y trabajo infantil en Estados Unidos. Partiendo de los datos censales de ese país durante el periodo 1960-1980, los autores encuentran retornos externos estadísticamente no significativos de alrededor del 1 %, que en su mayoría van desde -1 %

al 3 %. En contraste, utilizando datos del censo de 1990 se hacen estimaciones de la tasa de retorno externa significativas de 4 % o más. A pesar de este último resultado, los autores advierten que las deducciones y el análisis elaborado por los mismos, ofrece poca evidencia de externalidades de la educación positivas en los ingresos.

Por medio de un análisis teórico, Acemoglu (1996) demuestra que las imperfecciones encontradas en el mercado de trabajo junto con las decisiones de inversión por parte de las empresas y los trabajadores, llevan a rendimientos sociales crecientes en la acumulación de capital humano, fenómeno que conlleva a externalidades de la educación. La explicación surge de suponer un mercado de trabajo no Walrasiano, que no permite el acople de las inversiones en capital físico por parte de las firmas con la contratación de capital humano capacitado para trabajar con esa tecnología. Por lo tanto, trabajadores que no han aumentado su capital humano termina trabajando con mejor capital físico y obteniendo una mayor tasa de retorno que la correspondiente a su capital humano.

Ciccone, Cingano y Cipollone (2005) estiman la tasa de retorno privado y social de la educación para Italia, bajo la estimación de modelos por mínimos cuadrados ordinarios, con el objetivo de comparar los rendimientos del capital humano con los de activos financieros para el caso de retornos privados y de infraestructura para la rentabilidad social de la educación. Lo relevante de su estimación es que encuentran que la tasa privada de retorno de la educación es del 8,9 % para Italia, mientras que la tasa de retorno social gira alrededor del 8,2 %. Por lo tanto, el rendimiento social de la educación en Italia no parece ser superior al privado, lo que advierte la presencia de posibles externalidades negativas de la educación en ese país. Sin embargo, los autores sostienen que el resultado podría cambiar de curso si hubieran incluido aspectos adicionales a la tasa de retorno por escolaridad, como

el efecto de la educación en la salud o en el capital social. Características que son complejas de cuantificar según los autores y por lo tanto no se tuvieron en cuenta en esa investigación. Es importante aclarar que el método utilizado por los autores no es el adecuado para determinar la presencia de externalidades de la educación, debido a que no capta el efecto del entorno sobre los ingresos a nivel individual, como si lo hace el modelo jerárquico.

Fan y Ma (2012) estiman los retornos externos de la educación para China. Utilizando datos longitudinales, los autores examinan los cambios salariales asociados a la proporción de graduados universitarios en las provincias de ese país. El modelo de efectos fijos muestra que los rendimientos externos de la educación son cero. Sin embargo, estimando el modelo mediante el método de efectos variables, donde la participación de los graduados universitarios se instrumenta por el número de universidades con un estatuto especial, se encuentran retornos externos de la educación de 10 % a 14 %. Como particularidad en este trabajo se rescata que los rendimientos no son significativos para los trabajadores altamente educados, mientras que para los no educados el efecto es positivo y significativo, corroborando nuevamente lo postulado por Moretti (2004).

Resultado contrario al anterior encuentra Heuermann (2009) quien para el oeste de Alemania, utilizando una metodología de datos panel, estima que aumentos en la cuota regional de trabajadores cualificados aumentan el salario de los trabajadores altamente cualificados en 1,8 %. Por otro lado, los trabajadores no cualificados ven incrementar sus ingresos en 0,6 % ante aumentos del 1 % en la proporción de trabajadores cualificados. Este resultado es contrario al descrito en el modelo de Moretti (2004), en el que se supone que el efecto competencia lleva a que el salario de los trabajadores cualificados se vea diezmado por el aumento de trabajadores de su tipo

2. MARCO TEÓRICO

Un modelo teórico que capta el efecto de las externalidades de la educación en el salario individual es el propuesto por Moretti (2004), que tiene en cuenta una posible fusión de capital humano a partir de una función de producción Coob-Douglas, que cumple con los siguientes supuestos:

- 1) Elasticidad de sustitución unitaria³. Supuesto que implica que no hay sustitución perfecta entre los factores, en este caso entre trabajadores cualificados y no cualificados.
- 2) Rendimientos constantes a escala⁴ de los factores de producción.
- 3) Rendimientos marginales decrecientes, debido la productividad marginal de los factores

También se debe tener en cuenta que se supone un contexto competitivo, caracterizado por la existencia de muchas firmas en la economía y una oferta de trabajo ilimitada, que deriva en un mercado precio aceptante. Los individuos no pueden incidir en el precio de los factores de equilibrio.

Teniendo en cuenta los supuestos, en este modelo se trabaja con dos tipos de trabajadores, cualificados y no cualificados, considerados no buenos sustitutos entre sí,⁵ lo

³ La demostración de elasticidad unitaria se encuentra en el anexo 4

⁴ La demostración se puede observar en el anexo 4

⁵ Se debe tener en cuenta que el modelo plantea una función de producción Coob-Douglas. Por lo tanto, la elasticidad de sustitución entre los factores de producción es unitaria. Resultado que implica que los factores

que indica que se pueden complementar en el mercado y por lo tanto se espera el cumplimiento de los efectos *spillover* propuestos desde Marshall (1890). Para ello considera cada ciudad como una economía competitiva que produce un único bien “Y” comercializado en el mercado nacional. Se debe tener en cuenta que para este trabajo no se consideran ciudades sino tipos de firmas que producen un único tipo de bien “Y”, logrando una mayor desagregación que Moretti (2004) y a la vez permitiendo una mayor probabilidad de interacción entre individuos, ya no pertenecientes a ciudades sino a tipos de firmas.

El modelo parte de la siguiente función de producción:

$$Y_j = (\theta_{0j}N_{0j})^{\alpha_0} (\theta_{1j}N_{1j})^{\alpha_1} K_j^{1-\alpha_1-\alpha_0} \quad (1)$$

Donde N_{1j} cuantifica el total de trabajadores “cualificados” en el tipo de firma j ; N_{0j} es el número de trabajadores “no cualificados” en j ; K_j se toma como el capital dado por los tipos de firmas. Por último, θ_{0j} y θ_{1j} mide la productividad de ambos tipos de trabajadores y permite captar el efecto derrame (*spillovers*) del capital humano, estableciendo que la productividad de los trabajadores depende de su propio capital humano y de la proporción de trabajadores cualificados de los tipos de firmas donde laboran.

La forma funcional de este parámetro (en logaritmos) es la siguiente:

$$\ln(\theta_{ij}) = \phi_{ij} + \gamma\left(\frac{N_{1j}}{N_{1j} + N_{0j}}\right) \quad i = 0, 1 \quad (2)$$

de producción no se pueden considerar ni sustitutos perfectos, ni buenos sustitutos, ni complementarios perfectos

En donde ϕ_i representa el efecto del propio capital humano en la productividad del individuo. Se debe tener en cuenta que $\phi_1 > \phi_0$, debido a que el capital humano del trabajador 1 (cualificado) es mayor que el del trabajador 0 (no cualificado). Por otro lado, $s = (\frac{N_{1j}}{N_{1j} + N_{0j}})$ es la proporción de trabajadores cualificados (proporción de trabajadores con educación superior) en el tipo de firma y (γ) mide el efecto de esa proporción en la productividad del individuo. De esta manera, si $\gamma = 0$ no existirían externalidades derivadas de la educación, ya que la proporción de trabajadores educados dentro de un tipo de firma no afectaría el salario en términos individuales; en caso contrario si $\gamma > 0$ existen externalidades de la educación.

Dado que el modelo supone un mercado competitivo, el problema de maximización de los tipos de firmas lleva a que el salario sea igual a la productividad marginal del trabajo.

De esta forma se tiene que:

$$\ln(w_{1j}) = \ln(\alpha_1) + \alpha_1 \ln(\theta_1) + (1 - \alpha_1 - \alpha_0) \ln\delta(X_{ij}) + (\alpha_1 - 1) \ln(s) + \alpha_0 \ln(\theta_0(1 - s)) \quad (3)$$

$$\ln(w_{0j}) = \ln(\alpha_0) + \alpha_0 \ln(\theta_0) + (1 - \alpha_1 - \alpha_0) \ln\delta(X_{ij}) + (\alpha_0 - 1) \ln(1 - s) + \alpha_1 \ln(\theta_1 s) \quad (4)$$

Donde $\delta(X_{ij}) = \frac{K}{N}$; en donde K/N representa el capital por trabajador.

Para conocer el efecto de las externalidades de la educación, se debe obtener la variación del salario para cada tipo de trabajador ante un cambio marginal en la proporción de trabajadores con educación superior (cualificados) en el tipo de firma.

Se tiene entonces que:

$$\frac{d \ln(w_1)}{ds} = \frac{\alpha_1 - 1}{s} - \frac{\alpha_0}{1-s} + (\alpha_1 + \alpha_0)\gamma \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} 0 \quad (5)$$

$$\frac{d \ln(w_0)}{ds} = \frac{1 - \alpha_0}{1-s} + \frac{\alpha_1}{s} + (\alpha_1 + \alpha_0)\gamma > 0 \quad (6)$$

Para los trabajadores no cualificados el resultado es positivo, pues el efecto de sustitución imperfecta (dos primeros sumandos de (6)) y el efecto *spillover* (tercer sumando) van en la misma dirección positiva. Este resultado indica que los trabajadores no cualificados se benefician aún en ausencia de los efectos *spillover*, debido a que la complementariedad con trabajadores cualificados aumenta su salario. Por otro lado, para los trabajadores cualificados los efectos van en sentido contrario. El efecto precio (primeros dos sumandos de (5)) disminuye el salario ante el aumento en la oferta de trabajadores de su propio tipo, mientras que el efecto *spillover* lo aumenta (tercer sumando). Esto quiere decir que el efecto total depende de cuál de los dos domine.

Teniendo en cuenta el planteamiento del modelo se esperaría que aumentos en la proporción de trabajadores educados tuvieran un efecto positivo y mayor en los ingresos de los trabajadores no cualificados, ya que estos no se ven afectados por el aumento en la oferta de trabajadores cualificados, al contrario, por el supuesto de complementariedad se benefician.

Por otro lado, es claro que en el modelo de Moretti (2004) se asume que la educación genera externalidades positivas independientemente del tipo de trabajador, debido al impacto positivo sobre la productividad de los individuos. En consecuencia, se debe tener en cuenta que las externalidades implican asignaciones ineficientes en el mercado. Para Baumol y

Oates (1975) las externalidades se generan cuando los valores reales de las funciones de producción o consumo de los individuos son elegidos por otros agentes que toman decisiones sin tener en cuenta los efectos en el bienestar del individuo en cuestión. A partir de ahí, se reconoce que las asignaciones privadas serían ineficientes, debido a que los precios de mercado no tienen en cuenta este fenómeno, ya que no existe un mercado para las externalidades.

En la figura 1 se puede observar el efecto de la externalidad de la educación en las asignaciones del mercado. Debido a que el valor social de la educación es mayor que el privado, la curva de demanda “social” está por encima de la curva de demanda privada. Teniendo en cuenta que la curva de demanda representa la utilidad marginal, la figura 1 revela que la utilidad social de la educación es mayor que la privada. Por lo tanto, el valor óptimo es mayor que el determinado en el equilibrio de mercado, que no tiene en cuenta el efecto social de la educación. Se puede definir por lo tanto, que si contrario a Psacharopoulos (1994) las externalidades de la educación son positivas, sería conveniente lograr mayores niveles de educación en la región (Cali).

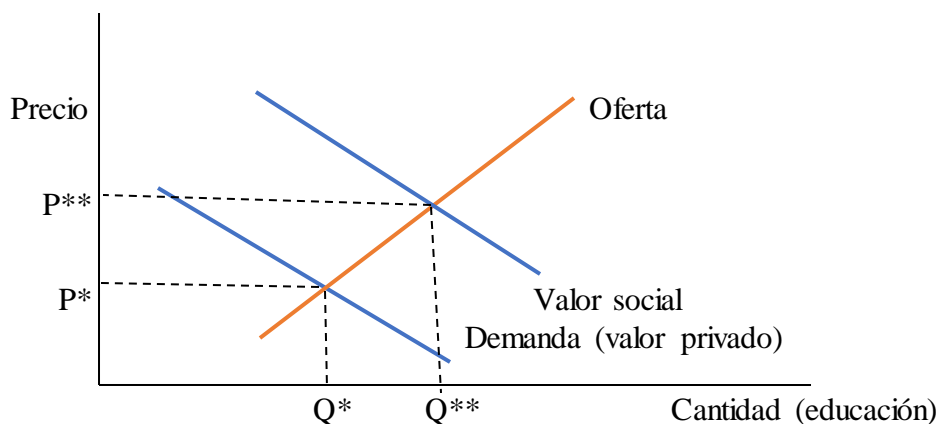


Figura 1. Externalidades de la educación

Fuente: adaptado de Rosero, C. (s.f.)

3. METODOLOGÍA

Para captar las externalidades de la educación provenientes del entorno donde trabaja el individuo, es necesaria la aplicación de modelos jerárquicos o multinivel, pues esta metodología de estimación tiene en cuenta la variación entre tipos de firmas a nivel educativo y su influencia en el salario promedio del individuo. Desde ese punto de vista, la diferencia en los ingresos individuales no solo es explicada por las características propias de las personas, sino por el entorno en el cual se desenvuelven laboralmente, que a su vez también influye en la determinación de los ingresos. Específicamente, la dotación de capital humano de los diversos tipos de firmas donde trabajan los individuos puede explicar parte de la variación de los ingresos individuales, a este efecto se le conoce como *externalidad de la educación*.

Para la aplicación de los modelos multinivel es necesario que la estructura de los datos de la población a estudiar sea jerárquica. En este caso la población consta de dos jerarquías, el primer nivel integrado por los individuos y el segundo nivel por los tipos de firmas o empresas donde los individuos desarrollan su actividad productiva.

Para la construcción de los tipos de firmas se tienen en cuenta dos criterios de similitud: la actividad⁶ a la que se dedica la empresa y el tamaño⁷ de la misma, definido por el número de trabajadores de la empresa según el artículo 2 de la ley 905 de 2004, modificado

⁶ Las actividades tenidas en cuenta son: agricultura, industria manufacturera, suministro de electricidad/gas/agua, construcción, comercio, hoteles y restaurantes, transporte, intermediación financiera, actividades inmobiliarias, administración pública, educación, y servicios sociales y de salud.

⁷ Según el artículo 2 de la ley 905 de 2004 se considera microempresa si la planta de personal no supera los 10 trabajadores, pequeña empresa si tiene entre 11 y 50 trabajadores, mediana si tiene entre 51 y 200 trabajadores

en esta investigación en la última categoría⁸, con la intención de lograr un mayor balance en la muestra de tipos de firmas. Con el cruce de estos criterios se busca especificar “tipos de firmas” diferentes entre sí, pero con similitud dentro de ellas por parte de sus integrantes (trabajadores). Para mayor claridad, se debe especificar que los “tipos de firmas” en este caso hacen referencia a grupos de individuos que trabajan en firmas perteneciente a un mismo sector o actividad productiva y con un mismo tamaño de empresa, por ejemplo: los individuos que trabajan en empresas del sector industrial en plantas con un personal mayor a los 100 trabajadores pertenecerían a un mismo tipo de firma, que se definiría como un tipo de firma “industrial grande”.

Como se puede observar en la anterior definición, es claro que no se tienen individuos que trabajen en un mismo espacio geográfico, pero sí que trabajan en un mismo tipo de firma, y que gozan de características específicas que los diferencian. Una de esas características es la concentración a nivel educativo, de manera que lo interesante entonces es observar si esa característica de los tipos de firmas es significativa a la hora de explicar las diferencias salariales entre individuos anidados en diferentes tipos de firmas, validando o no la presencia de externalidades generadas por la educación. Se debe tener en cuenta que esta forma de proceder es coherente con el modelo de Moretti (2004), en el que se trabaja a nivel de ciudades y por lo tanto es menos probable asegurar la interacción entre individuos, pero sí se pueden captar las características específicas que diferencian las ciudades en las que habitan los individuos.

⁸ Según la ley 905 del 2004 una empresa se considera mediana cuando cuenta entre 51 y 200 empleados. Para este caso se modifica a un máximo de 100 empleados con el objetivo de lograr un mejor balance de la muestra.

Plantear un modelo con dichas características supone que las observaciones individuales no son totalmente independientes. En este sentido, se declara la existencia de “anidamiento” de los individuos a través de los tipos de firmas, es decir, los individuos tienden a ser similares dentro de cada tipo de firma (Schurch, 2013). El entorno de trabajo genera relaciones interpersonales, estilos de vida, expectativas y otro tipo de condiciones que influyen en las decisiones que toman las personas, por tanto los individuos de un mismo entorno terminan pareciéndose. Esto quiere decir que a falta de tener proximidad geográfica en todos los casos entre individuos pertenecientes a un mismo tipo de firma, se cuenta con entornos diferenciados entre tipos de firmas que influirían en el comportamiento de los individuos.

Por otro lado, como justificación técnica de los modelos multinivel, se tiene que al no cumplirse el supuesto de independencia, las regresiones tradicionales serían inadecuadas a la hora de modelar fenómenos con estas características. Los resultados de estas estimaciones arrojarían errores estándar que no permitirían que las pruebas de significancia fueran confiables, pues al estimar por estos métodos los errores se hacen más pequeños, llevando a que los tests estadísticos arrojen resultados falsamente significativos (Valens, 2007). También se debe tener en cuenta que las estimaciones tradicionales pierden información sobre el aporte de cada jerarquía a la hora de explicar la varianza de los ingresos individuales, eliminando la posibilidad de establecer qué tanto de las diferencias en los ingresos individuales se debe a las características propias de las personas y que tanto a las características de los grupos (tipos de firmas) (Marcelo, 2005); de esta forma no sería posible captar un fenómeno de externalidades.

A diferencia de los modelos tradicionales, el modelo multinivel considera la estructura jerárquica de la población. De esta manera toma en cuenta que los individuos están “anidados” en los tipos de firmas donde trabajan, eliminando el problema de falta de independencia y por lo tanto resolviendo la inadecuada estimación de los errores estándar y su efecto en las pruebas de significancia estadística. Por otro lado, con este tipo de modelo sí es posible observar el aporte de cada jerarquía a la hora de explicar la varianza en los ingresos individuales y por lo tanto es posible llevar a cabo un estudio de externalidades.

Como se expresó anteriormente, el modelo jerárquico a estimar en este trabajo se compone de dos niveles: individuos y tipos de firmas o empresas. El primero, detalla las características de las personas, teniendo en cuenta factores como la educación, la experiencia laboral, el sexo, el estado civil, entre otras. El segundo nivel, incorpora características de los tipos de firmas o empresas a la cual pertenece el individuo. En este caso la concentración de capital humano de cada tipo de firma es el componente más relevante, basándose en la educación como medida principal de este factor y a la vez teniendo en cuenta diversas formas de definir el stock de educación del grupo.

Una primera definición hace referencia a la educación promedio de los trabajadores en cada firma; esta aproximación presenta el problema de que aumentos en los años de educación de cada individuo y, por consiguiente, del promedio de la firma o tipo de firma no revela información suficiente sobre el logro académico de sus integrantes, que supone una mejor medida de las capacidades y productividad de los individuos de cada firma. Partiendo de este principio y de los planteamientos teóricos del modelo de Moretti (2004) se define el stock de capital humano en términos de la proporción de individuos con educación superior completa por tipo de firma, los cuales se consideran individuos cualificados.

La estimación se realiza con base a la información de la Encuesta de Empleo y Calidad de Vida para Cali (2012), con la cual se construyen las diferentes variables a nivel de individuos y tipos de firmas y se realizan los respectivos controles para obtener además de una estimación global, resultados que distinguen por tipo de trabajador (cualificado y no cualificado).

3.1. Modelos multinivel

El estudio de los modelos jerárquicos que se lleva a cabo a continuación tiene como base las interpretaciones propuestas por Velasco (2006) y Valens (2007). Por este motivo en la siguiente explicación se trabaja con la misma notación y línea argumentativa.

El caso básico de los modelos multinivel se conoce como modelo nulo, que supone la no existencia de variables explicativas tanto para el nivel 1 como para nivel 2. Otro nombre que toma dicho planteamiento es el de modelo con intercepto aleatorio.

La estructura básica del modelo es la siguiente:

$$y_i = \beta_{0j} + e_{ij} \quad (7)$$

En los modelos multinivel β_{0j} se descompone en dos términos:

$$\beta_{0j} = \beta_{00} + u_{0j} \quad (8)$$

De esta forma la ecuación 7 quedaría de la siguiente manera:

$$y_i = \beta_{00} + u_{0j} + e_{ij} \quad (9)$$

En donde se tiene que:

$$E(e_{ij}) = 0, VAR(e_{ij}) = \sigma_e^2 \quad (10)$$

$$E(u_{0j}) = 0, VAR(u_{0j}) = \sigma_u^2 \quad (11)$$

$$u_{0j} \sim N(0, \sigma_u^2) \quad (12)$$

$$e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2) \quad (13)$$

Aquí β_{00} vendría siendo el salario promedio en la población de firmas; ésta es la parte constante o sistemática de la ecuación; u_{0j} representa el efecto aleatorio a nivel 2 (tipos de firmas) que constituye el ingreso diferencial del tipo de firma j y e_{ij} es el efecto aleatorio a nivel uno.

La relevancia del modelo nulo es que justifica o no la utilización de los modelos multinivel, debido a que con este se puede captar si la variación de la variable dependiente es explicada por la variación individual y la variación de los tipos de firmas. En el caso de que la variación de los tipos de firmas no explique la varianza de la variable dependiente no se justificaría la utilización de este tipo de modelos (no existirían externalidades de la educación) y en el caso de que la variable dependiente tampoco esté explicada por las variaciones individuales no justifica plantear ningún modelo, debido a que no hay fenómeno por explicar.

Se tiene entonces que:

$$VAR (y_{ij}) = \sigma_e^2 + \sigma_{u0}^2 \quad (14)$$

Si la estimación arroja que σ_{u0}^2 es no significativa, no se debería emplear un modelo jerárquico sino más bien trabajar con modelos de regresión lineal clásicos, como MCO. Dado lo anterior, el primer paso a desarrollar es la estimación del modelo nulo, con el cual se pretende probar la necesidad de plantear un modelo en niveles.

Después de llevar a cabo la estimación del modelo nulo se debe plantear un modelo con variables explicativas en ambos niveles, con el objetivo de reducir la varianza desconocida (14) de la variable dependiente, en este caso los ingresos en términos logarítmicos (LNW_i). La varianza desconocida $VAR (y_{ij})$, como se planteó anteriormente, estaría compuesta por las varianzas individuales y de los tipos de firmas. Al incluir los regresores se esperaría que esa varianza se empiece a reducir, debido a que ya se están teniendo en cuenta características a nivel individual y de tipo de firma para explicar el comportamiento de los salarios.

Debido a que se busca captar un fenómeno de externalidades se incluye como variable explicativa de nivel dos a la proporción de individuos cualificados, que mide la concentración educativa en cada tipo de firma, con el objetivo de observar si es estadísticamente significativa (probando la existencia de externalidades) y su aporte en la reducción de la proporción de la varianza de los ingresos explicada por la variación entre tipos de firmas, para entender la relevancia o no de esta variable en la determinación de los ingresos laborales a nivel individual.

Al tener en cuenta p variables explicativas a nivel 1 y a la proporción de cualificados como variable del segundo nivel, el modelo para el nivel uno sería el siguiente:

$$LNW_i = \beta_{0j} + \beta_{1j}x_{pij} + \varepsilon_{ij} \quad (15)$$

Donde x_{pij} representa las características individuales tenidas en cuenta para explicar el comportamiento de los salarios. Por otro lado, el modelo del nivel dos corresponde a la siguiente ecuación:

$$\beta_{0j} = \beta_{00} + \beta_{02j}EDU_{0j} + u_{0j} \quad (16)$$

Donde EDU_{0j} corresponde al stock de educación del tipo de firma j medido por la proporción individuos cualificados en el interior de un tipo de firma. El modelo general quedaría de la siguiente manera:

$$LNW_i = \beta_{00} + \beta_{1j}x_{pij} + \beta_{02j}EDU_{0j} + \varepsilon_{ij} + u_{0j} \quad (17)$$

Debido a que la variable dependiente es el logaritmo natural de los ingresos laborales, las variables explicativas a nivel individual (x_{pij}) están compuestas por las sugeridas en la ecuación minceriana tradicional, donde los años de educación y la experiencia representan los factores de capital humano del individuo, siendo la educación la más relevante en esos términos, que a su vez representa la inversión privada en capital humano que hace el individuo con el fin de obtener retribuciones positivas en sus ingresos. A pesar de la relevancia académica de esta ecuación, es necesario llevar a cabo ajustes en su especificación para obtener un modelo más estructurado; idea que el mismo Mincer (1974) consideraba absolutamente deseable. Con este propósito se incluyen además de las anteriormente

mencionadas (educación y experiencia) las siguientes variables como explicativas a nivel 1 (x_{pij}):

Tabla 1

Definición de las variables explicativas

Variable	Descripción	Fuente
Variable primer nivel		
Años de educación	Número de años de escolaridad aprobados	EECVC
Edad	Edad cronológica	EECVC
Edad al cuadrado	Edad * Edad	EECVC
Sexo	Hombre, mujer	EECVC
Estado civil	Casado, no casado	EECVC
Horas trabajadas	Logaritmo del número de horas trabajadas al mes	EECVC
Posición en el hogar	Jefe de hogar, otro	EECVC
Raza	Blanco, mulato, negro, indígena	EECVC
Variable segundo nivel		
Proporción de individuos cualificados	Individuos cualificados sobre el total de individuos	Cálculos propios a partir de EECVC

Se debe tener en cuenta que usualmente se trabaja con el ingreso por hora como variable dependiente. Sin embargo, ese modelo está condicionado por el supuesto de que la elasticidad del ingreso por hora trabajada es unitaria (Castellar y Uribe, 2001). En caso que no se cumpla el supuesto se debe trabajar con el ingreso mensual como variable dependiente y además incluir a las horas trabajadas como variable de control (Quiñonez, 2011), teniendo

en cuenta que los salarios pueden depender del número de horas trabajadas al mes. Por otro lado, si se cumple la hipótesis de elasticidad unitaria del ingreso por hora trabajada, sería conveniente hacer la modelación con el ingreso por hora como variable dependiente, ganando eficiencia en la estimación (Castellar y Uribe, 2001).

Por otro lado, como se planteó anteriormente, el stock de educación de los tipos de firmas (proporción de educados) es la variable principal a nivel 2, debido a que el objetivo de la investigación se basa en las externalidades de la educación. Se debe tener en cuenta que esta variable representa una educación por la que el individuo no ha pagado pero que se espera que influya en el salario de las personas (externalidad).

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado, el modelo tendría la siguiente especificación:

$$LNW_i = \beta_{00} + \beta_{1j}x_{pij} + \beta_{02j}w_{0j} + \varepsilon_{ij} + u_{0j} \quad (18)$$

Donde x_{pij} representa las variables o características del individuo que determinan su salario (educación, experiencia, sexo, estado civil, horas trabajadas, estrato socioeconómico, posición en el hogar y raza) y w_{0j} las variables a nivel firma que afectarían el salario del individuo perteneciente a ese grupo (proporción de personas con educación superior en la firma j).

Se puede observar que la ecuación (18) contiene los elementos básicos que desarrolla Moretti (2004), modelo que presenta la línea teórica seguida por esta investigación. Se incluyen tanto las características individuales que determinan la productividad de los individuos como el stock de capital humano de los grupos a los que pertenecen los agentes, variable principal del modelo teórico y empírico.

Es de utilidad aclarar que el modelo teórico se enfoca en unos determinantes particulares, ya que tener en cuenta muchas variables complejiza la solución del modelo y no permite una interpretación clara del mismo. En este caso el modelo de Moretti (2004) da la base para la estructura del modelo empírico. Sin embargo, en el modelo econométrico es necesario controlar por otras variables que logren una mejor especificación del modelo a estimar. Estas variables corresponden a características idiosincráticas del individuo incluidas en la ecuación (18), como el sexo, estado civil, posición en el hogar y raza. Las otras variables tenidas en cuenta en el modelo empírico si están incluidas en el modelo teórico de Moretti (2014). La educación y la experiencia (edad) son variables proxy de la productividad del individuo y la proporción de cualificados es la variable de segundo nivel. El capital por trabajador que está presente en el modelo analítico no se incluye en el desarrollo empírico debido a la escasez de información en los datos utilizados sobre este factor

A partir del modelo nulo y de la ecuación 18 se lleva a cabo la estimación de los modelos con los que se busca captar evidencia de la existencia de externalidades de la educación en los ingresos individuales.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que el modelo planteado puede llegar a contener problemas de identificación debido a la presencia de variables no observadas, que posiblemente estén correlacionadas con las variables explicativas tanto a nivel uno como a nivel dos, generando un problema de endogeneidad que conduciría a la presencia de estimadores sesgados e inconsistentes (Gonzales, 2006, p.02). En ese sentido, características no observables como la capacidad o habilidad de las personas pueden estar relacionados con los ingresos laborales, la educación privada y la proporción de personas cualificadas en los tipos de firma. En el caso de que gran parte del retorno de la proporción de cualificados sea

explicado por la habilidad es factible que los individuos más hábiles estén ubicados en tipos de firmas con una mayor proporción de personas cualificados en términos educativos.

A nivel de los tipos de firma también existe posibilidad de sesgo por endogeneidad. Características no observadas de los tipos de firma que potencialmente estarían correlacionadas con la proporción de individuos cualificados dentro de ellas y con los ingresos. Esas diferencias entre los grupos estudiados (tipos de firmas) podrían tener un efecto sobre los salarios de los trabajadores, atrayendo a los individuos más cualificados a los tipos de firmas con ciertas características que potencialicen la productividad y los ingresos de los individuos. Se podría intuir que las unidades productivas con una estructura tecnológica avanzada permitirían lograr mayores niveles de productividad e ingresos a sus trabajadores, generando un desplazamiento de la mano de obra cualificada hacia esas unidades. Por tal motivo, las variables que se encuentran en el término de error están correlacionadas con la variable explicativa de segundo nivel, generando un problema de endogeneidad.

Uno de los métodos que se utilizan para controlar el sesgo de endogeneidad es el de variables instrumentales, sin embargo, la ausencia de variables en la información disponible que sean útiles como instrumentos no permite que se solucione por esta vía. En el caso de las variables no observadas a nivel uno tradicionalmente se instrumenta por medio de la habilidad, sin embargo, la encuesta utilizada (EEVCV) no cuenta con variables con las que se pueda construir una buena proxy de esa habilidad. A nivel dos tampoco hay presencia en la información sobre variables con las que se puedan construir instrumentos como el ambiente laboral en los tipos de firma o su respectiva ubicación geográfica en la ciudad.

A pesar de la posible presencia de problemas de identificación, la utilización de modelos multinivel permite reducir la heterogeneidad individual al tener en cuenta que las personas se encuentran agrupados en diferentes conjuntos. De igual manera, el anidamiento que se lleva a cabo posibilita que las unidades observacionales sean más finas. Esa mayor precisión del agrupamiento, en este caso en tipos de firma, permite modelar de forma más exacta la heterogeneidad individual en el segundo nivel, y es consistente con lo planteado por Marshall (1890), quien hace referencia a los efectos spillover teniendo en cuenta el efecto de una mayor educación en la productividad de las firmas y sectores a los que hacen parte los individuos.

Por último, como se expresó anteriormente, los modelos multinivel gozan de mayor precisión a la hora de realizar estimaciones con estructuras muestrales jerarquizada. Sin embargo, también presentan ciertos limitantes. En primera medida los modelos jerárquicos son más complejos en cuanto al tratamiento teórico y su interpretación no es tan fina, debido a que la estructura de la variación es más complicada (Ucedo, 2013). Por lo tanto, los modelos multinivel presentan dificultades a la hora de determinar la magnitud de la relación entre las variables por medio de la utilización del Ceteris Paribus (Bustos, 2015). Esta limitación se presenta debido a las interacciones implícitas que surgen cuando los coeficientes de las variables explicativas son aleatorios entre las diferentes unidades de nivel 2 (Velazco, 2006).

En la ecuación (18) se supone un modelo donde el único coeficiente aleatorio es el intercepto, los otros coeficientes se mantienen fijos. Este supuesto permite en términos

teóricos que la relación entre la variable dependiente y las explicativas sea la misma en las diferentes unidades de nivel 2.

3.2. Sesgo de selección

Este problema surge debido a que la estimación de la función de ingresos planteada en la ecuación 18 excluye los individuos que no están ocupados (desempleados e inactivos) y que por lo tanto no declaran ingresos. Esa falta de aleatoriedad en el muestreo no permite hacer inferencia sobre el comportamiento de la población, debido a que los individuos no tenidos en cuenta pueden poseer características en promedio diferentes a los ocupados.

Para solucionar este problema se utiliza tradicionalmente la metodología propuesta por Heckman (1979). Este método plantea una estimación bi-etápica. En una primera etapa se estima un modelo probit o logit, con el que se busca encontrar la probabilidad de estar en la muestra como ocupado sobre la probabilidad de no estar ocupado, empleando variables que caractericen al individuo e incidan en la probabilidad de participar o no en el mercado laboral. El resultado relevante en esa etapa es (λ_i) que se conoce como “el inverso de la razón de Mill”, el cual refleja la probabilidad estimada de que el individuo “i” esté ocupado y por lo tanto obtenga ingresos laborales (Marcelo, 2005). En la segunda etapa de esta metodología se calcula un modelo por MCO teniendo en cuenta ese ratio de probabilidad.

El problema del método de Heckman es que la estimación de la segunda etapa se realiza bajo la metodología de MCO, no tiene en cuenta que el modelo de la ecuación 18 es de carácter multinivel. Por lo tanto, para solucionar ese inconveniente se emplea la metodología desarrollada por Herrera (2009), quien ante la imposibilidad de realizar una estimación integrada Heckman multinivel plantea estimar la ecuación multinivel y,

posteriormente, introducir la inversa de Mills en la ecuación 18, con el objetivo de disponer de una medida del sesgo de selección. En el caso que (λ_i) sea significativa se determina que existe sesgo de selección y por lo tanto se interpretaría el modelo en el que esté incluida esa variable, caso contrario se rechaza la hipótesis de sesgo de selección y se interpreta el modelo sin tener en cuenta la razón inversa de Mills.

3.3. Caracterización de las variables a nivel de firmas

Antes de realizar la estimación econométrica del modelo de externalidades es conveniente observar en términos generales el comportamiento de las variables por medio de la utilización de estadísticas descriptivas. En este caso se caracterizan las variables de interés con las que se construye el segundo nivel del modelo econométrico con el objetivo de derivar su posible incidencia a nivel individual⁹. Sin embargo, es necesario aclarar que la descripción de los datos no es suficiente para establecer relaciones de conducta entre las variables; para tal fin es necesaria la modelación econométrica.

Como se planteó anteriormente, primero se lleva a cabo la descripción teniendo en cuenta las dos características de las firmas que se utilizaron para anidar los individuos en tipos de firmas; en primer lugar se caracterizan los sectores o actividades económicas tenidas en cuenta y, en segundo lugar, se hace una descripción por tamaño de firma; por último se cruzan esas dos características dando como resultado “tipos de firmas” definidos como sectores productivos o tipos de actividad económica realizadas por los individuos. Sobre estas

⁹ En el anexo 5 se encuentran descriptivas de nivel uno, diferenciando por tipo de trabajador. Cualificados y no cualificados

también se lleva a cabo un análisis descriptivo y la respectiva modelación econométrica en la siguiente sección.

En la tabla 2 se observa que cada sector productivo o tipo de actividad presenta diferentes niveles de concentración de capital humano e ingreso. Los años de educación promedio para toda la muestra corresponden a 10,69 años. La proporción de individuos con educación superior teniendo en cuenta todas las actividades (toda la muestra) no llega al 30 % en promedio y los salarios considerando ambos tipos de trabajadores en el total de actividades es inferior al millón de pesos en promedio.

Si se observa con mayor detalle se puede constatar que las ramas de actividad con más años de educación promedio tienen una mayor proporción de individuos cualificados, resultado esperado que sirve para asegurar consistencia entre los datos utilizados. Por otro lado, es interesante analizar que los sectores productivos con mayor concentración de capital humano son los que presentan mayores ingresos laborales. Las ramas de actividad con proporción de individuos cualificados superior al 50 % son las que presentan mayor salario, las que tienen una proporción entre el 30 % y 50 % están por debajo de las anteriores en términos salariales y las que tienen una proporción por debajo del 30 % tienen ingresos promedio por debajo del millón de pesos, inferior a las anteriormente consideradas. La figura 2 revela esa aparente tendencia decreciente de los ingresos a medida que la proporción de trabajadores cualificados va disminuyendo.

Tabla 2*Caracterización por sector productivo o tipo de actividad*

Sector productivo	Años de educación promedio	Proporción de individuos cualificados	Ingresos laborales promedio*
Educación	14,04	0,74	\$ 1.467.761
Salud	13,31	0,66	\$ 1.383.152
Intermediación financiera	13,19	0,59	\$ 1.604.528
Administración pública y defensa	12,78	0,53	\$ 1.786.454
Servicios públicos	11,75	0,42	\$ 1.344.489
Actividades inmobiliarias / empresariales y de alquiler	11,21	0,33	\$ 1.018.718
Agricultura / ganadería / silvicultura	9,09	0,30	\$ 1.182.932
Actividades de servicios comunitarios sociales y personales	10,06	0,24	\$ 756.452
Transporte / almacenamiento / comunicaciones	10,45	0,24	\$ 884.579
Industria manufacturera	10,20	0,20	\$ 891.134
Comercio	10,06	0,18	\$ 758.701
Hoteles y restaurantes	9,47	0,18	\$ 731.217
Construcción	8,22	0,14	\$ 823.589
Total	10,69	0,29	\$ 974.106

*Valores expresados en pesos colombianos

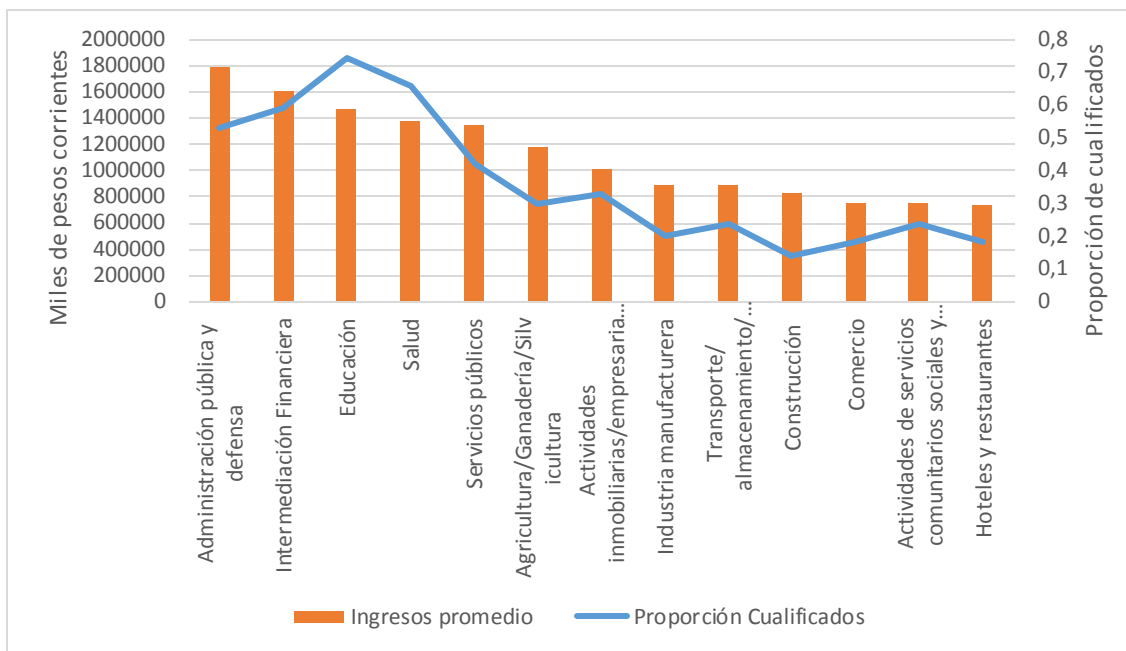


Figura 2. Ingresos promedio y proporción de cualificados por rama de actividad
Fuente: a partir de la Encuesta de Empleo y Calidad de Vida para Cali (2012)

Para mayor precisión, en la tabla 3 se desagrega la información de la tabla 2 por tipo de trabajador, encontrando que en todas las ramas de actividad los ingresos promedio de las personas cualificadas son mayores que los de las personas no cualificadas. Otro hecho relevante es que en las ramas de actividad donde los individuos cualificados tienen ingresos relativamente altos, las personas no cualificadas también tienen ingresos relativamente altos. Esa relación positiva entre los ingresos de trabajadores cualificados y no cualificados también se puede observar en la figura 3. Desde otro punto de vista, al desagregar por tipo de trabajador los datos sugieren que los sectores con proporción de individuos cualificados por debajo del 40 % poseen ingresos inferiores a los que tienen una mayor proporción de trabajadores con esa característica. Sin embargo, con esos resultados no es posible dar una sentencia clara sobre la relación positiva entre la concentración de capital humano y los ingresos promedio por tipo de trabajador.

Tabla 3*Caracterización por sector productivo o tipo de actividad y tipo de trabajador*

Sector productivo	Proporción de individuos cualificados	Ingresos promedio de personas cualificadas*	Ingresos promedio de personas no cualificadas*
Educación	0,74	\$ 1.713.414	\$ 854.867
Salud	0,66	\$ 1.721.793	\$ 822.120
Intermediación financiera	0,59	\$ 2.079.597	\$ 929.429
Administración pública y defensa	0,53	\$ 2.446.800	\$ 1.037.525
Servicios públicos	0,42	\$ 1.865.450	\$ 979.816
Actividades inmobiliarias / empresariales y de alquiler	0,33	\$ 1.613.070	\$ 789.609
Agricultura / ganadería / silvicultura	0,30	\$ 2.588.030	\$ 831.657
Actividades de servicios comunitarios sociales y personales	0,24	\$ 1.253.347	\$ 608.815
Transporte / almacenamiento / comunicaciones	0,24	\$ 1.345.909	\$ 732.678
Industria manufacturera	0,20	\$ 1.642.436	\$ 708.941
Comercio	0,18	\$ 1.152.691	\$ 666.230
Hoteles y restaurantes	0,18	\$ 1.369.878	\$ 604.815
Construcción	0,14	\$ 1.672.843	\$ 691.394
Total	0,29	\$ 1.609.508	\$ 711.624

*Valores expresados en pesos colombianos

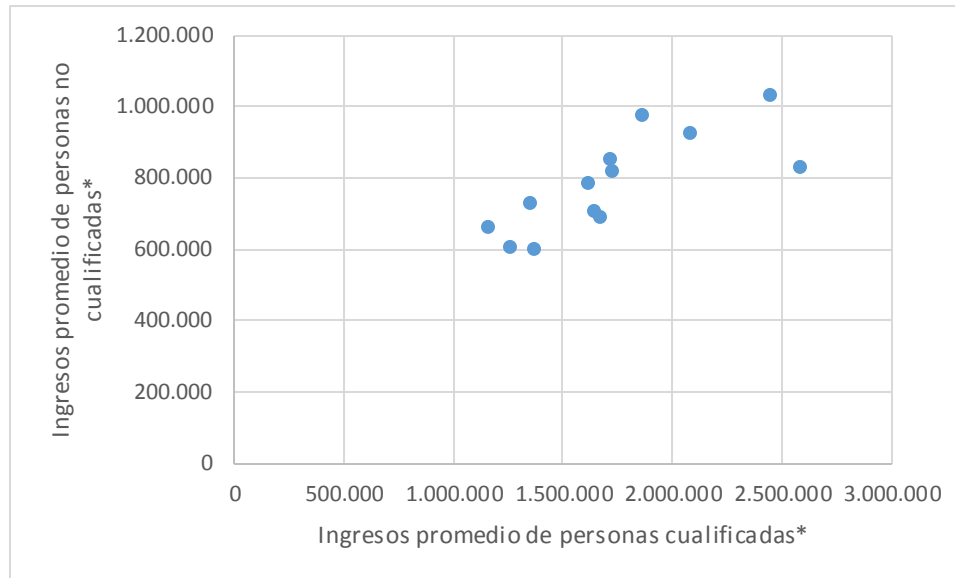


Figura 3. Dispersión de los ingresos promedio de los individuos calificados y no calificados
*Valores expresados en pesos colombianos

Por otro lado, es necesario tener en cuenta que dentro de cada rama de actividad existen individuos que trabajan en firmas con características muy distintas, lo que posiblemente impide observar diferencias entre los tipos de actividad explicadas por las características de las mismas. Por tal motivo, es necesario homogeneizar las ramas de actividad, obteniendo tipos de firmas similares en la actividad económica realizada, pero diferentes entre sí. Para tal fin se utiliza el tamaño de la firma como medida de ajuste que conlleva a una mejor especificación, “anidando” individuos en tipos de firmas, con el objetivo de observar como las características entre ellas, en este caso la concentración de capital humano, explica o no la diferencia en los ingresos. Para especificar el tamaño de la firma se utilizó la definición de “mipymes” en Colombia.

Antes de unificar individuos de un mismo sector productivo con su respectivo tamaño, es conveniente analizar lo que describen los datos respecto al tamaño de las firmas por sí solo y su relación con las variables de interés.

En la tabla 4 se observa que entre más grande sea la empresa, en cuanto a número de trabajadores, mayor es la proporción de individuos con educación superior y por lo tanto mayor el número de años de escolaridad promedio. Sin embargo, la relación más interesante se da al analizar que entre más grandes sean las firmas, mayores son los salarios promedio, dando a entender que posiblemente las empresas más grandes tienen mayores salarios debido a que poseen una mayor concentración de capital humano.

Tabla 4

Caracterización por tamaño de firmas

Número de empleados	Años de educación promedio	Proporción de individuos cualificados	Ingresos promedio*
2 a 10 personas (microempresa)	9,93	0,22	\$ 714,12
11 a 50 personas (pequeña)	11,34	0,35	\$ 998.188
51 a 100 personas (mediana)	11,35	0,34	\$ 1.135.501
de 101 o más (grande)	11,99	0,42	\$ 1.303.591
Total	10,95	0,31	\$ 1.000.796

*Valores expresados en pesos colombianos

En la tabla 5 se diferencia por tipo de trabajador, encontrando un resultado muy similar al de la tabla 4. Empresas más grandes y por lo tanto con mayor proporción de trabajadores cualificados implican mayores ingresos promedio para ambos tipos de trabajadores. Sin embargo, entre empresas medianas y grandes no hay diferencia en cuanto a

ingresos para los trabajadores no cualificados, a pesar que la concentración de individuos cualificados es mayor en las empresas grandes.

Tabla 5

Caracterización por tamaño de firma y tipo de individuo

Número de empleados	Proporción de individuos cualificados	Ingresos promedio cualificados*	Ingresos promedio no cualificados*
2 a 10 personas (microempresa)	0,22	\$ 1.098.665	\$ 621.554,9
11 a 50 personas (pequeña)	0,35	\$ 1.512.190	\$ 745.860,6
51 a 100 personas (mediana)	0,34	\$ 1.770.921	\$ 847.006,1
de 101 o más (grande)	0,42	\$ 1.997.935	\$ 846.587
Total	0,31	\$ 1.627.188	\$ 731.669,1

*Valores expresados en pesos colombianos

El paso a seguir es cruzar las ramas de actividad con los diferentes tamaños de las mismas, dando como resultado lo que se ha venido nombrando como “tipos de firmas”. Realizado el cruce, se evidencia en la figura cuatro¹⁰ una aparente varianza de los ingresos promedio de los diferentes tipos de firmas, que se articula con la idea de que existen

¹⁰ En el anexo 3 se especifica cada uno de los tipos de firmas, del 1 al 39. Solo se etiquetaron los números impares para conservar orden. En el anexo 3 se tienen en cuenta todos los tipos de firmas

diferencias notables entre los tipos de firmas que explican en cierta medida la varianza de los ingresos de los individuos que trabajan en los diferentes anidamientos.

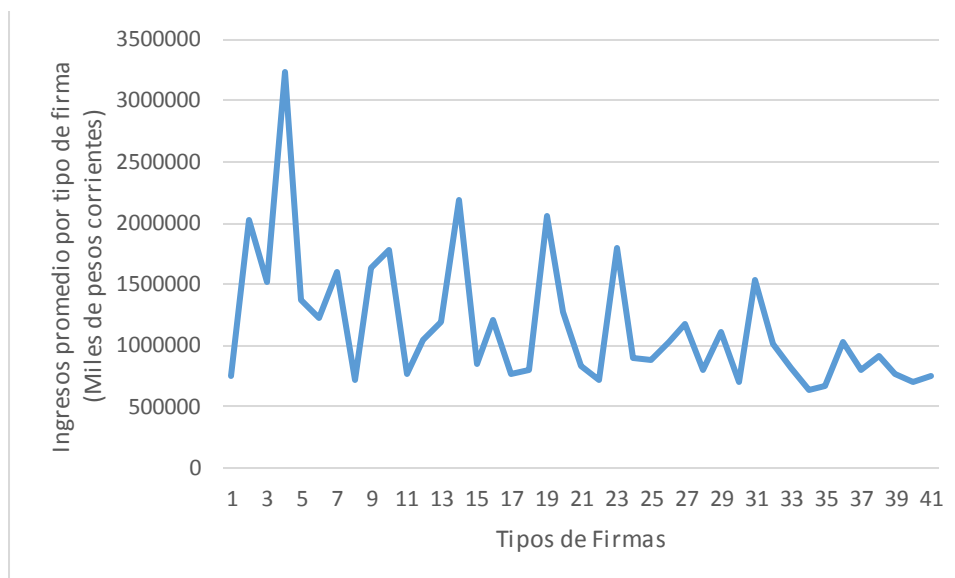


Figura 4. Ingresos promedio por tipo de firma

*Valores expresados en pesos colombianos

Fuente: a partir de datos de la Encuesta de Empleo y Calidad de Vida para Cali (2012)

También es interesante observar en la figura cinco que los ingresos de los individuos cualificados son en promedio superiores a los de los no cualificados en todos los tipos de firma tenidos en cuenta. Para un mayor detalle, en la tabla 6, se encuentran los ingresos promedio para los 10 tipos de firmas con mayor proporción de individuos cualificados.

Es interesante observar que los ingresos promedio para este tipo de firmas están por encima del millón de pesos, excepto el caso de las instituciones educativas consideradas microempresas, que posiblemente hacen referencia a jardines escolares y escuelas muy pequeñas, que dada la característica de pertenecer al sector educación, tienen una proporción “alta” de trabajadores cualificados; sin embargo, al ser tan pequeñas los ingresos que reciben son relativamente bajos.

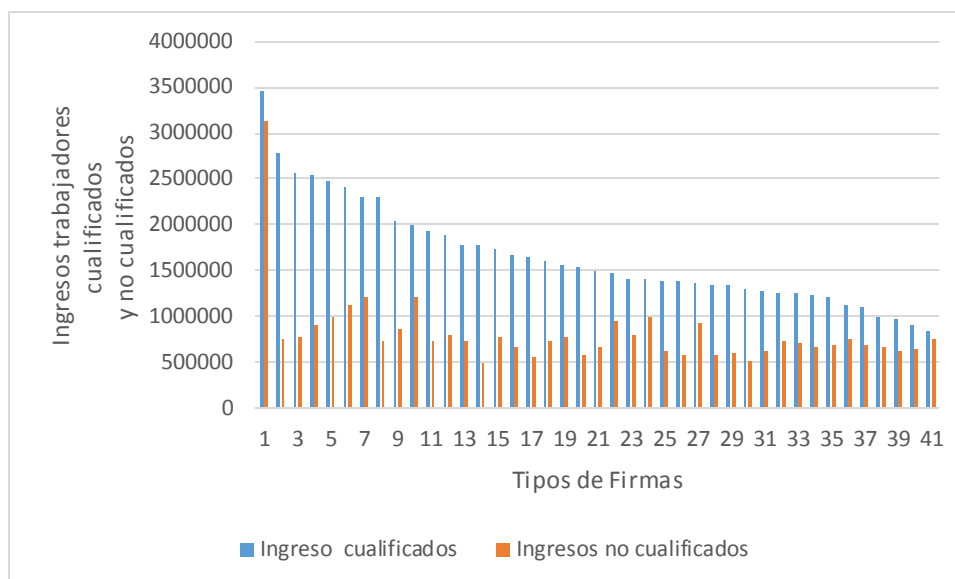


Figura 5. Ingresos individuales cualificados y no cualificados para todos los tipos de firmas

*Valores expresados en pesos colombianos

Fuente: a partir de datos de la Encuesta de Empleo y Calidad de Vida para Cali (2012)

Tabla 6

Ingresos y tipo de firmas con mayor concentración de capital humano

Tipo de firma	Ingresos promedio por rama de actividad*	Proporción de individuos cualificados
Educación (mediana)	\$ 2.241.877	0,82
Educación (grande)	\$ 2.089.989	0,81
Educación (pequeña)	\$ 1.201.993	0,75
Salud (grande)	\$ 1.628.461	0,73
Administración Pública (Pequeña)	\$ 1.796.524	0,71
Salud(mediana)	\$ 1.144.997	0,67
Salud (pequeña)	\$ 1.310.343	0,65
Educación (Microempresa)	\$ 797.106	0,61

Suministro de electricidad / gas / agua (pequeña)	\$ 1.311.077	0,58
Administración Pública (Grande)	\$ 1.863.003	0,57
Total	\$ 1.538.535	0,69

*Valores expresados en pesos colombianos

Fuente: a partir de datos de la Encuesta de Empleo y Calidad de Vida para Cali, 2012

Por otro lado, la relevancia de la tabla 6 se evidencia al compararla con los resultados de la tabla 7, que representa los ingresos promedio para los diez tipos de firma con menor proporción de individuos cualificados. En este caso los ingresos promedio están por debajo del millón de pesos, excepto el caso de las firmas medianas dedicadas a la agricultura, ganadería o silvicultura. Este resultado muestra claramente que los ingresos promedio de los tipos de firmas con menor proporción de individuos cualificados son más bajos que para el caso de los tipos de firma con mayor concentración de cualificados. Se puede observar que el ingreso promedio de los tipos de firma con mayor número de cualificados es de \$ 1538.535, mientras que para los tipos de firmas con menor número de cualificados es de \$ 769.031. En promedio los tipos de firmas con mayor cualificación obtienen el doble en materia de ingresos que las menos cualificadas.

Tabla 7***Ingresos y tipo de firmas con menor concentración de capital humano***

Tipo de firma	Ingresos promedio por rama de actividad*	Proporción de individuos cualificados
Agricultura / ganadería / silvicultura (mediana)	\$ 1.129.467	0,2
Hoteles y restaurantes (pequeña)	\$ 639.551	0,20
Industria manufacturera (pequeña)	\$ 867.662	0,19
Industria manufacturera (mediana)	\$ 823.464	0,17
Comercio (microempresa)	\$ 639.681	0,17
Construcción (pequeña)	\$ 893.145	0,14
Industria manufacturera (microempresa)	\$ 644.228	0,14
Construcción (grande)	\$ 781.191	0,13
Hoteles y restaurantes (microempresa)	\$ 630.031	0,13
Construcción (microempresa)	\$ 641.892	0,08
Total	\$ 769.031	0,15

*Valores expresados en pesos colombianos

Fuente: a partir de datos de la Encuesta de Empleo y Calidad de Vida para Cali, 2012

Por último, en la figura 6, que muestra los ingresos promedio para ambos tipos de trabajador y la proporción de individuos cualificados para el total de tipos de firmas tenidos en cuenta, se puede observar que a medida que los ingresos promedio bajan la proporción de individuos cualificados muestra tendencia hacia la baja, relación que es acorde con la hipótesis planteada en la investigación. Sin embargo, solo con la estimación del modelo econométrico se puede confirmar lo que propone la descripción de los datos anteriormente

hecha. Dado lo anterior, con la modelación se busca conocer cómo y en que magnitud un cambio marginal en la proporción de individuos cualificados de los tipos de firmas afecta los ingresos a nivel individual, tanto para personas cualificadas como no cualificadas.

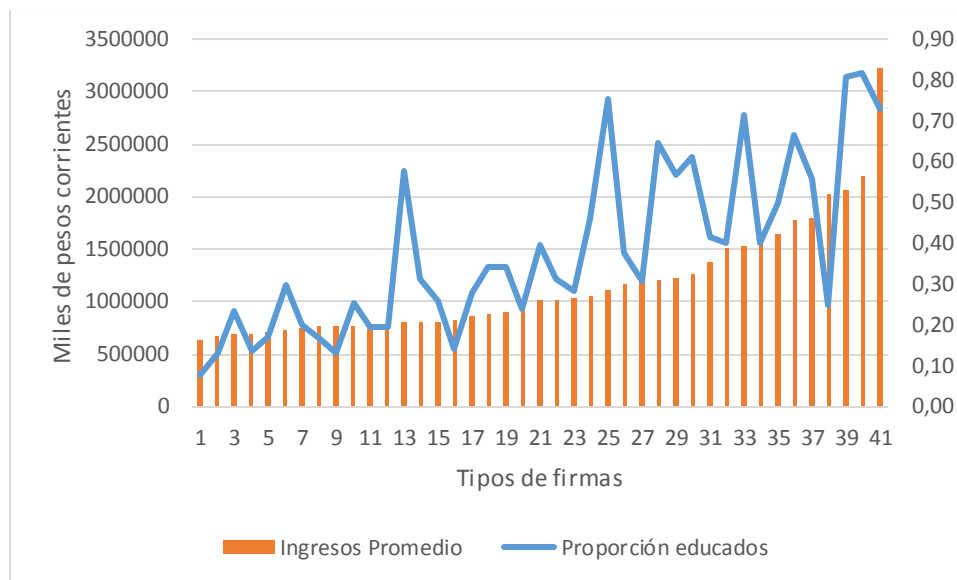


Figura 6. Ingresos promedio y proporción de individuos cualificados para todos los tipos de firmas
Fuente: a partir de datos de la Encuesta de Empleo y Calidad de Vida para Cali (2012)

4. RESULTADOS ECONOMETRICOS

4.1. Modelo nulo

Como se expresó en la metodología, el modelo nulo debe ser el primer paso para la estimación econométrica de los modelos jerárquicos, debido a que este justifica o no la implementación de modelos multinivel.

En la tabla 8 se observan los resultados de este modelo, donde β_0 es el punto de corte, que representa el ingreso promedio en términos logarítmicos de todos los trabajadores de los tipos de firmas tenidas en cuenta. En ese sentido, el promedio de ingresos obtenido por los trabajadores en términos logarítmicos es de \$ 13,47331 estimando en niveles el ingreso promedio sería de \$1.119.229

La varianza entre los ingresos medios de todos los tipos de firmas (varianza entre-tipos de firmas, $\sigma_{\mu_0}^2$) es de 0,099, teniendo en cuenta el modelo en logaritmos, con una desviación típica de 0.026. Dado lo anterior, el estadístico t corresponde a un valor de $\left(\frac{0,099}{0.026} = 3,80\right)$, que al ser contrastado con el valor crítico de la distribución T-Student a un nivel de significancia del 1 %, permite concluir que la varianza a nivel dos es significativa a la hora de explicar las diferencias en los ingresos individuales: Existen diferencias entre los distintos tipos de firmas, en el sentido que tienen ingresos medios diferenciados, los cuales deben ser explicados por características de las mismas, en este caso se explora la incidencia del capital humano medido por la proporción de individuos cualificados dentro de cada tipo de firmas.

La varianza entre los ingresos de los trabajadores dentro de los tipos de firmas (varianza entre-trabajadores o intra tipo de firma, σ_e^2) es de 0,895 con una desviación típica de 0,012. Al igual que la anterior, es significativa al aplicar la prueba T-Student. Concluyendo que existen diferencias significativas entre los ingresos de los trabajadores al interior de los tipos de firmas.

Estos resultados indican que hay variación residual significativa en el modelo nulo. Es decir, que tanto las diferencias individuales como las diferencias entre tipos de firmas explican el comportamiento de los ingresos. Se debe entonces utilizar modelos multinivel, puesto que su proceso de modelación consiste en expandir el modelo: introducir variables en ambos niveles que logren explicar el comportamiento de los ingresos. En este caso se tiene en cuenta la proporción de individuos cualificados como una característica a nivel dos que incide en el comportamiento de los ingresos a nivel individual. Por tal motivo se trabaja como una variable exógena al individuo, que puede generar una externalidad positiva, negativa o ninguna en sus ingresos.

Tabla 8

Modelo nulo

Variable	Parte fija	Parte aleatoria		Correlación intragrupo a nivel dos
	β_0	$\sigma_{\mu 0}^2$	σ_e^2	
Constante	13,47331	0,099	0,895	10 %
	(0,054)	(0,026)	(0,016)	

Por último, en la tabla 8 también se encuentra el coeficiente de correlación intragrupo:

$$\rho = \frac{\sigma_{\mu 0}^2}{\sigma_e^2 + \sigma_{\mu 0}^2} = \frac{.0999}{.895 + .0999} = 10 \% \quad (19)$$

Este coeficiente indica que del total de la varianza de los ingresos de los trabajadores el 10 % corresponde a la varianza entre tipos de firmas. En otras palabras, la diferencia entre los ingresos obtenidos por los trabajadores es explicada en dicha proporción por el “efecto tipo de firma”: Trabajar en un determinado tipo de firma sí es relevante a la hora de percibir los ingresos. La pregunta a responder a continuación es: ¿la proporción de individuos cualificados dentro de los distintos tipos de firmas es una característica que explique la varianza entre tipos de firmas a la hora de determinar los ingresos a nivel individual? En otras palabras ¿existen externalidades de la educación y, por lo tanto, tipos de firmas con mayor capital humano tienen mayor efecto en los ingresos individuales? Para responder a esta pregunta se debe expandir el modelo teniendo en cuenta la concentración de capital humano como característica de los tipos de firmas que explican los ingresos, con el objetivo de examinar las externalidades del capital humano.

Antes de realizar la estimación del modelo con las variables propuestas en la ecuación 18, es conveniente captar el efecto que tiene la proporción de individuos cualificados sobre el coeficiente de correlación intra-clase, con el objetivo de observar cómo se altera la variación de los ingresos explicada por las diferencias entre tipos de firmas cuando se controla por la variable que capta las posibles externalidades, la proporción de educados por tipo de firma.

La tabla 9 revela que al tener en cuenta en el modelo la proporción de cualificados dentro de los tipos de firmas, el coeficiente de correlación intra-clase indica que del total de la varianza

de los ingresos de los trabajadores el 2,3 % corresponde a la varianza entre tipos de firmas. Este resultado muestra que al controlar por la variable de segundo nivel el coeficiente de correlación intra-grupo se reduce en más de un 50%, indicando que las diferencias en los ingresos que es explicada por el segundo nivel se deben principalmente a las diferencias en el stock de capital humano de los tipos de firmas. Esta afirmación se puede validar al observar el anexo 6, que registra el coeficiente de correlación intra-clase para dos modelos estimados, cada modelo está conformado por un grupo diferente de variables: Variables de capital humano (años de educación privados, edad y horas trabajadas) y variables idiosincráticas (género, raza, posición en el hogar y estado civil). Como se puede observar al comparar con la estimación de la tabla 9, la variable que genera un mayor impacto en el coeficiente de correlación intra-grupo es la proporción de individuos educados en cada tipo de firma.

Tabla 9

Modelo con única variable independiente: proporción de cualificados

Núm. obs: 5683	
Núm. grupo: 41	
Mín.: 5	
Avg: 138.6	
Máx.: 970	
Log pseudolikelihood : -4176.413	
Cálculos en STATA	
Dependiente: Log ingreso laboral mensual	Coefficientes
Nivel 2	Ambos tipos de trabajadores

Proporción de cualificados	1,31***
	(0,14)
σ_{μ}^2	0,021
	(0,007)
σ_{ϵ}^2	0,895
	(0,016)
Correlación intragrupo a nivel 2	2,3 %

4.2. Modelo multinivel

Antes de realizar la estimación del modelo jerárquico es necesario, como se expuso anteriormente, saber si existe sesgo de selección en la estimación de la ecuación de ingresos. Para tal fin en primera instancia se estimó un modelo probit (ver Anexo 1) con el que se capta la probabilidad de obtener ingresos mayores a cero y se calculó la inversa de la razón de Mills (λ_i). Para la estimación de ese modelo se tuvieron en cuenta las siguientes variables explicativas:

- Estado civil
- Sexo
- Posición en el hogar (jefe de hogar o no)
- Edad
- Edad al cuadrado

El resultado relevante en la estimación de este modelo es (λ_i), que refleja la probabilidad estimada de que el individuo “i” esté ocupado y por lo tanto obtenga ingresos laborales. Acto seguido se incluye (λ_i) en el modelo multinivel de externalidades de la

educación para disponer de una medida de sesgo de selección. Como se puede observar en el Anexo 2 este coeficiente da no significativo¹¹ y por lo tanto se rechaza la hipótesis de sesgo de selección en el modelo, resultado que implica la no necesidad de incluir λ_i en el modelo econométrico de externalidades de la educación, contrario a Marcelo (2005), trabajo en el que sí se tuvo que incluir ese coeficiente en su modelo jerárquico de externalidades a nivel de conglomerados o vecindades.

Dado lo anterior, se procede a la estimación del modelo multinivel de externalidades de la educación. En la tabla 10 se encuentra la estimación del modelo multinivel para externalidades de la educación teniendo en cuenta como variable de nivel dos la proporción de individuos cualificados dentro de los tipos de firma, que es el lugar o contexto social que tendría incidencia en el comportamiento individual.

Tabla 10

Modelo jerárquico de retornos privados y externalidades de la educación

	Núm. obs.:	5373
	Núm. grupo:	41
Obs. por grupo:	Mín.:	4
	Avg:	131.0
	Máx.:	907
Log pseudolikelihood : -4176.413		
Cálculos en STATA		
Dependiente:	Coefficientes	
Log ingreso laboral mensual		

¹¹ La razón inversa de Mills (λ_i) se identifica en el Anexo 2 como *imr*.

Nivel 1	Ambos tipos	Cualificados	No cualificados
Años de educación aprobados	0,065*** (0,003)	0,167*** (0,022)	0,036*** (0,006)
Edad	0,037*** (0,006)	0,014 (0,013)	0,039*** (0,006)
Edad al cuadrado	-0,0003*** (0,000)	-0,00004 (0,000)	-0,00004*** (0,000)
Estado civil (casado)	0,041* (0,024)	0,081** (0,034)	0,027 (0,035)
Sexo (mujer)	-0,102*** (0,033)	-0,004 (0,052)	-0,150*** (0,036)
Logaritmo horas trabajadas por mes	0,474*** (0,036)	0,555*** (0,059)	0,468*** (0,042)
Posición en el hogar (jefe de hogar)	0,133*** (0,021)	0,209*** (0,068)	0,101*** (0,031)
Raza			
Mulato	-0,056*** (0,035)	-0,166* (0,086)	-0,013 (0,045)
Negro	-0,077*** (0,033)	-0,233*** (0,061)	-0,019 (0,037)
Indígena	-0,105*** (0,052)	-0,206** (0,101)	-0,082 (0,053)
Nivel 2			
Proporción de cualificados	0,788*** (0,152)	0,645*** (0,1936)	0,759*** (0,128)
σ_{μ}^2	0,011	0,025	0,001

	(0,005)	(0,012)	(0,001)
σ_e^2	0,761	0,879	0,694
	(0,043)	0,068	0,047
Correlación intragrupo a nivel 2	2,3 %	2,8%	0,23 %

***p < 0,01; **p < 0,05; *p < 0,1

En primera instancia se analizan los resultados para el modelo que considera ambos tipos de individuos (cualificados y no cualificados). Lo primero que se debe destacar es que las variables a nivel individual (nivel 1) son todas significativas y cumplen con el signo esperado. La rentabilidad privada de la educación muestra que un año adicional en la escuela genera aumentos en los ingresos del 6,5 % en promedio, resultado acorde en la dirección (signo) pero menor que el encontrado por Marcelo (2005), quien estima una tasa de retorno privada de 12 % bajo la utilización de modelos multinivel por conglomerados para la ciudad de Bogotá. La experiencia cumple con la condición de rendimientos marginales decrecientes expuesta por Mincer (1974). Mayores niveles de experiencia generan incrementos en los ingresos hasta llegar a un máximo, a partir del cual aumentos en la experiencia afectan de forma negativa los ingresos percibidos, fenómeno que es aprobado por el signo de los coeficientes estimados de la variable experiencia y experiencia al cuadrado, positivo y negativo respectivamente, estimación que valida la lógica planteada por Mincer (1974) con respecto a esta variable.

También se encontró que los casados tienen salarios en promedio por encima de los no casados, específicamente 4,1 % más, resultado que es coherente con la intuición, pues el matrimonio incentiva aumentar los ingresos percibidos por parte de los individuos casados. Por otra parte, el hecho de ser mujer reduce el ingreso laboral percibido con respecto a los

hombres en 10,02 % en promedio, resultado similar al de Galvis (2010), quien estima que en promedio los hombres ganan 10 % más que las mujeres. Por último, ser jefe de hogar aumenta los ingresos con respecto a los otros miembros de la familia y no ser “blanco” disminuye los ingresos con respecto a los “blancos”, resultado acorde con lo encontrado por Astorquiza (2015), quien estima que las minorías étnicas perciben salarios promedio mensuales menores a los no étnicos, diferencia atribuida según el estudio en un 39,6 % a la discriminación étnico racial en el mercado laboral de Santiago de Cali.

Para el caso de las personas calificadas y no calificadas los resultados en este nivel son muy similares. En todos los casos se cumple con los signos esperados y la mayoría de coeficientes son significativos, excepto sexo y edad para los calificados y estado civil, mulato, negro e indígena para los no calificados.

Se debe tener en cuenta que la hipótesis de elasticidad ingreso-hora-trabajada unitaria es rechazada a cualquier nivel de significancia en todos los modelos, resultado que defiende la inclusión de las horas trabajadas como variable de control y el logaritmo del ingreso mensual como variable dependiente en la estimación (Quiñonez, 2011).

En cuanto al objetivo principal, el modelo jerárquico de retornos privados y externalidades de la educación permite comprobar la existencia de externalidades positivas asociadas a la proporción de individuos calificados en los tipos de firmas, resultado que contrasta con lo encontrado por Psacharopoulos (1994). En los tres casos, aumentos en la proporción de individuos calificados generan incrementos en los ingresos individuales, fenómeno explicado según Moretti (2004) por el aumento en la productividad que conlleva estar rodeado de personas más capacitadas.

Al tener en cuenta ambos tipos de individuos en la estimación se observa que un aumento de 1% en la proporción de individuos cualificados genera un incremento de 0,78 % en los ingresos individuales. Este coeficiente es significativo al 1 %, probando estadísticamente que el contexto social tiene incidencia en el comportamiento de las variables individuales. Acto seguido se comprueba la implicación teórica fundamental del modelo de Moretti (2004): se observa que para el caso de las personas cualificadas un incremento del 1 % en la proporción de individuos educados lleva a incrementos en su salario del 0,64 %, mientras que los individuos no cualificados aumentan sus ingresos en 0,76 % ante aumentos en la misma proporción de cualificados en los tipos de firmas donde laboran.

El resultado anterior comprueba la principal implicación del modelo de externalidades de la educación planteado por Moretti (2004), quien sostiene que una mayor concentración de capital humano en el entorno de trabajo tiene un mayor efecto en los ingresos de las personas no cualificadas que en los cualificados. Este resultado es contrario a Heuermann (2009), quien encuentra que aumentos del 1 % en la cuota regional de trabajadores cualificados en el oeste de Alemania incrementa el salario de los trabajadores altamente cualificados en 1,8 %, mientras que los trabajadores no cualificados ven incrementar sus ingresos en 0,6 %.

De la misma manera, De Moraes *et al.* (2014) estiman que los salarios de los trabajadores cualificados se ven más beneficiados que los salarios de los no cualificados ante aumentos en la proporción de individuos cualificados (en torno a un 35 % más). La mayor sensibilidad de los salarios de los trabajadores cualificados ante variaciones en la proporción de cualificados expuesta en los trabajos anteriormente citados, revela que en esos casos no se genera el efecto competencia entre trabajadores de un mismo tipo propuesto por Moretti

(2004) y que se valida en la presente investigación. Por el contrario, muestran evidencia de sustitución imperfecta no solo entre trabajadores cualificados y no cualificados, sino también entre trabajadores cualificados.

Por otro lado, es importante resaltar el resultado del coeficiente de correlación intragrupo a nivel dos. Se puede observar que en el modelo para ambos tipos de individuos este coeficiente toma un valor de 2,3 %, mucho menor que el 10 % encontrado en el modelo nulo, que no tenía en cuenta la concentración de capital humano de los tipos de firmas como factor explicativo de las diferencias individuales en los ingresos. Cuando se controla por esta variable se observa que estar ubicado en un tipo de firma o en otro incide en una menor magnitud en las diferencias de los ingresos individuales.

En el caso de los cualificados la correlación intragrupo es del 2,8 % y para los no cualificados del 0,23 %, lo que quiere decir que al tener en cuenta el capital humano del entorno donde se trabaja, las personas no cualificadas presentan un menor efecto firma: ubicarse en una empresa o en otra va a tener una menor incidencia en sus ingresos. Este resultado es muy relevante debido a que muestra que las diferencias en la concentración educativa de los tipos de firmas es el componente principal a la hora de explicar las diferencias de los ingresos individuales que son explicados por la varianza entre tipos de firmas.

5. CONCLUSIONES

Es importante recordar el concepto clásico de externalidad, formalizado por (Baumol y Oates, 1975), según el cual una externalidad se presenta cuando en los argumentos de una función individual se tienen en cuenta variables exógenas a la decisión del individuo y por las cuales no paga (recibe) por los beneficios (costos) que le ocasionen. Desde esta definición se puede entender que las externalidades terminan generando asignaciones ineficientes en el mercado, debido a que los precios no captan este fenómeno en condiciones de libre mercado.

Desde el punto de vista de la educación, en esta investigación se pudo captar la presencia de externalidades de la misma, dando a entender que el beneficio social de la educación es mayor que el beneficio netamente privado, factor o fenómeno que no se tiene en cuenta a la hora de asumir los costos de la educación y por lo tanto no se refleja en los precios, conduciendo a la economía a una asignación ineficiente de este recurso, fundamental en el crecimiento de largo plazo de un país.

Como se pudo observar en la estimación econométrica, la externalidad de la educación tienen un efecto positivo sobre los ingresos de los individuos, mostrando que si el mercado no tiene en cuenta los beneficios de esa externalidad y no los refleja en el precio de mercado de ese bien, se estaría produciendo demasiado poca mano de obra educada desde el punto de vista social.

Otra conclusión importante que se puede destacar de la investigación es el cumplimiento de la implicación principal del modelo de Moretti (2004), quien planteó un

modelo bajo el supuesto de sustitución imperfecta de mano de obra, encontrando que las personas no calificadas se ven más beneficiadas que las personas calificadas de la concentración de capital humano en el lugar de trabajo. Esta implicación se confirma con la estimación econométrica del modelo de externalidades, mostrando que para los individuos no calificados un aumento del 1 % de personas calificadas en el lugar de trabajo generaría un aumento del 0,76 % en los ingresos laborales, mientras que para las calificadas sería apenas del 0,64 %. Este resultado muestra que el efecto competencia entre individuos calificados termina reduciendo el impacto positivo del efecto *spillover* de una mayor concentración de calificados; sin embargo, el coeficiente es positivo, por lo que el efecto *spillover* es mayor que el de competencia.

Teniendo en cuenta los resultados, el cuerpo de evidencia refuerza la importancia de la provisión pública de educación, garantizando un acceso más fácil a la misma, principalmente a la educación superior debido a su efecto positivo no solo en la tasa de retorno individual sino también en el retorno social, evidenciado por la presencia de externalidades positivas de la educación. Además de la accesibilidad, se debe tener en cuenta la relevancia de la calidad de la educación, fundamental para garantizar un mayor efecto *spillover*, que garantice un mayor impacto en la productividad de los trabajadores calificados y no calificados ante aumentos en la proporción de individuos educados en su entorno de trabajo.

Por último, dados los resultados obtenidos, sería conveniente por parte de las firmas y como política pública incentivar las interacciones sociales en el interior de las empresas, específicamente entre trabajadores calificados y no calificados, como política que pretenda

la generación de externalidades positivas de la educación, aprovechando la existencia de métodos de aprendizaje como *learning by watching* y *learning by doing*.

REFERENCIAS

Acemoglu, D. (1996). A Microfoundation for Social Increasing Returns in Human Capital Accumulation. *The Quarterly Journal of Economics*, 111(3), 779-804.

Acemoglu, D. y Angrist, J. (2001). How Large Are Human-Capital Externalities? Evidence from Compulsory Schooling Laws. *NBER Macroeconomics Annual* (15), 9-59.

Astorquiza, B. (2015) ¿Coexisten los fenómenos de discriminación salarial y segmentación ocupacional hacia las minorías étnico-raciales residentes en Santiago de Cali? *Revista de Economía del Caribe* (15), 93-120.

Astorquiza, B.(2015). Análisis jerárquico de los condicionantes del logro académico de los alumnos Colombianos: Un estudio comparativo con 11 países a partir de las pruebas internacionales PISA 2012 (tesis de maestría). Universidad del Valle: Cali.

Baumol, W. y Oates, W. (1975). *The Theory of Environmental Policy*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Castellar, C. y Uribe, J. (2001). Una aproximación econométrica a la tasa de retorno social de la educación. *Revista Sociedad y Economía* (1), 77-102.
- Ciccone, A., Cingano, F. y Cipollone, P. (2005). The private and social return to schooling in Italy. Bank of Italy Economic Research Paper (569), 6-48.
- De Moraes, R., Da Mota, R., Fonseca, S. y Coelho, A. (2014). Externalidades do Capital Humano: uma Análise Empírica para as Cidades Brasileiras. *Anais do XLI Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 41th Brazilian Economics Meeting]*. ANPEC - Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia. Recuperado de: <http://EconPapers.repec.org/RePEc:anp:en2013:179>
- Engle, R. y Granger, W. (1987). Cointegration and error correction representation, estimation and testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Fan, W. y Ma, Y. (2012). *Estimating the External Returns to Education: Evidence from China*. Trabajo presentado en 16th IZA European Summer School in Labor Economics, Alemania.
- Galvis, L. (2010). Diferencias salariales por género y región en Colombia: una aproximación con regresión por cuantiles. *Revista de Economía del Rosario*, 13(2), 235-277.
- Gaviria, M. (2005). Capital humano, externalidades y crecimiento económico en Colombia. *Ensayos de Economía*, 15(27), 25-74.

- Gonzales, M (2006). Como diagnosticar y corregir el problema de la endogeneidad: El número de hijos tenidos en la predicción de las preferencias de fecundidad en Costa Rica. *Población y salud en Mesoamérica*, 4(1).
- Heckman, J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, 47(1), 153-161.
- Herrera, M. (2009). Gasto en farmacia y médico de atención primaria: un enfoque multinivel. *Estadística Española*, 51(171), 331-361.
- Heuermann, D. (2009). *Human Capital Externalities in Western Germany* (Discussion Paper Series No. 03/2009). Institute for Labour Law and Industrial Relations in the European Community (IAAEG).
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-254.
- Lucas, R. (1988). On The Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.
- Marcelo, D. (2005). *Rentabilidad social e individual de la educación: una interpretación a partir de los modelos jerárquicos* (tesis de maestría). Universidad Nacional: Bogotá.

- Marshall, A. (1920). *Principles of Economics* (8th ed). London: Macmillan and Co., Ltd.
- Mincer, J. (1974). *Schooling, Experience, and Earnings*. New York, NY: National Bureau of Economic Research.
- Ministerio de Trabajo y Alcaldía de Cali. (2012). *Encuesta de Empleo y Calidad de Vida para Cali* (Informe).
- Moretti, E. (2004). Estimating the social returns to higher education: evidence from longitudinal and repeated cross-sectional data. *Journal of Econometrics* (121), 175-212.
- Psacharopoulos, G. (1994). Returns to Investment in Education: A Global Update. *World Development*, 22(9), 1325-1343.
- Quiñonez, M. (2011). *Diferencias regionales y capital humano: examinando las brechas en los salarios de los individuos en Colombia* (tesis de maestría). Universidad del Valle, Cali.
- Rauch, J. (1991). *Productivity Gains from Geographic Concentration of Human Capital: Evidence from the Cities* (Working Paper No. 3905). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

Rodrigo, R. (2010). Externalidades de la educación superior en México: un análisis multidimensional. Trabajo presentado en III Conferência Latino Americana e Caribenha das Capacitações e Desenvolvimento Humano, Brasil.

Rosero, C. (s.f.). *Externalidades*. Bogotá: Universidad Autónoma de Colombia. Recuperado de:

<http://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/PED/Semana4/Elproblemadelaseexternalidades.pdf>

Schurch, R. (2013). El retorno de las carreras: un estudio de caso de los factores que inciden en las remuneraciones de universitarios recién titulados. *Calidad en la Educación* (38), 215-244.

Smith, A. (1776). Que la división del trabajo tiene sus límites según la extensión del mercado público (Trad. D. Josef Alonso Ortiz). En *Investigación de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones. Tomo 1* (pp. 27-34), Valladolid.

Ucedo, M. (2013). Comparación de los modelos logit y Probit del análisis multinivel, en el estudio del rendimiento escolar (tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Valens, M. (2007). Calidad de la educación superior en Colombia: un análisis multinivel con base en el ECAES de Economía 2004. *Revista Sociedad y Economía* (13), 132-154.

Velasco, F. (2006). Modelo lineal general jerárquico. *Revista de Ciencias Básicas UJAT*, 4(2), 20-28.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo probit

```

Probit regression                               Number of obs   =    27,517
                                                LR chi2(4)      =    3413.78
                                                Prob > chi2     =    0.0000
Log likelihood = -15422.705                    Pseudo R2      =    0.0996
    
```

ocupados	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
est_civ	.5415387	.0183743	29.47	0.000	.5055256	.5775517
bsex	-.2646483	.0171559	-15.43	0.000	-.2982732	-.2310234
bjefe	.6627972	.021401	30.97	0.000	.6208521	.7047423
edad	-.0013391	.0004735	-2.83	0.005	-.0022672	-.000411
_cons	-.6963651	.0180736	-38.53	0.000	-.7317888	-.6609414

Anexo 2. Modelo multinivel de externalidades de la educación corregido por sesgo de selección

Computing standard errors:

```
Mixed-effects regression           Number of obs   =    5,373
Group variable: sector_num~222    Number of groups =     41

Obs per group:
    min =         4
    avg =       131.0
    max =       907

Wald chi2(12)   =   1022.98
Prob > chi2    =    0.0000

Log pseudolikelihood = -6908.5432
```

(Std. Err. adjusted for 41 clusters in sector_numemp222)

log_ingr _{lab}	Robust		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
anoe _{du3}	.065338	.0030537	21.40	0.000	.0593529	.0713231
edad	.0371317	.0062801	5.91	0.000	.024823	.0494404
edad ²	-.0003395	.0000812	-4.18	0.000	-.0004987	-.0001804
log_horas _{labo}	.4746844	.0343184	13.83	0.000	.4074217	.5419472
est_civ	.1971163	.2262305	0.87	0.384	-.2462873	.64052
bsex	-.1754466	.1147856	-1.53	0.126	-.4004223	.0495291
bjefe	.3172848	.2598981	1.22	0.222	-.1921061	.8266758
raza						
Mulato	-.0556572	.0351283	-1.58	0.113	-.1245074	.0131931
Negro	-.077819	.0329708	-2.36	0.018	-.1424405	-.0131975
Indígena	-.1054625	.0521138	-2.02	0.043	-.2076036	-.0033214
imrrr	.4187159	.6008154	0.70	0.486	-.7588607	1.596293
pro_edu _{sup222}	.7877305	.1525973	5.16	0.000	.4886452	1.086816
_cons	8.461403	.8293864	10.20	0.000	6.835836	10.08697

Random-effects Parameters	Robust		[95% Conf. Interval]	
	Estimate	Std. Err.		
sector_n~222: Identity				
var(_cons)	.0116099	.0054724	.0046091	.0292445
var(Residual)	.7610318	.0430799	.6811122	.8503288

Anexo 3. Especificación por tipo de firma

Etiqueta	Tipo de Firma
1	Administración Pública (M)
2	Suministro de servicios Básicos (M)
3	Administración Pública (G)
4	Agricultura Pequeña
5	Educación (M)
6	Educación (G)
7	Administración Pública (P)
8	Administración Pública (Micro)
9	Construcción (M)
10	Servicios Sociales (G)
11	Actividades Inmobiliarias (G)
12	Industria Manufacturera (G)
13	Intermediación Financiera (M)
14	Construcción (P)
15	Servicios Sociales (P)
16	Suministro de servicios Basicos (P)
17	Otras Actividades Comunitarias (G)
18	Construcción (G)
19	Actividades Inmobiliarias (P)
20	Industria Manufacturera (Micro)
21	Transporte/Comunicaciones (G)
22	Hoteles y Restaurantes (G)
23	Industria Manufacturera (M)
24	Comercio (G)
25	Agricultura (G)
26	Educación (P)
27	Industria Manufacturera (P)
28	Otras Actividades Comunitarias (P)
29	Comercio (P)
30	Transporte/Comunicaciones (M)
31	Servicios Sociales (M)
32	Construcción (Micro)
33	Otras Actividades Comunitarias (Micro)
34	Actividades Inmobiliarias (Micro)
35	Educación (Miro)
36	Comercio (Micro)
37	Transporte/Comunicaciones (Micro)
38	Hoteles y Restaurantes (M)
39	Hoteles y Restaurantes (P)
(Micro)	Micro empresa
(P)	Pequeña Empresa
(M)	Mediana Empresa
(G)	Gran Empresa

Anexo 4. Supuestos función de producción Coob-Douglas

Elasticidad de sustitución unitaria:

$$Y_j = (\theta_0 N_0)^{\alpha_0} (\theta_1 N_1)^{\alpha_1} K^{1-\alpha_1-\alpha_0}$$

$$CT = W_0 N_0 + W_1 N_1 + rK$$

$$MAX \pi = PY_j - W_0 N_0 - W_1 N_1 - rK$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial N_0} = \alpha_0 (\alpha_0 N_0)^{\alpha_0-1} \theta_0 (\theta_1 N_1)^{\alpha_1} K^{1-\alpha_1-\alpha_0} - W_0 = 0$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial N_1} = \alpha_1 (\theta_0 N_0)^{\alpha_0} (\theta_1 N_1)^{\alpha_1-1} \theta_1 K^{1-\alpha_1-\alpha_0} - W_1 = 0$$

$$\frac{W_0}{W_1} = \frac{\alpha_0 (\theta_0 N_0)^{\alpha_0-1} \theta_0 (\theta_1 N_1)^{\alpha_1} K^{1-\alpha_1-\alpha_0}}{\alpha_1 \theta_0 N_0^{\alpha_0} \theta_1 (\theta_1 N_1)^{\alpha_1-1} K^{1-\alpha_1-\alpha_0}}$$

$$\frac{W_0}{W_1} = \frac{\alpha_0 \theta_0}{\alpha_1 \theta_1} \cdot \frac{(\theta_0 N_0)^{-1}}{(\theta_1 N_1)^{-1}}$$

$$\frac{W_0}{W_1} = \frac{\alpha_0 \theta_0}{\alpha_1 \theta_1} \cdot \frac{\theta_0^{-1} N_1}{\theta_1^{-1} N_0} = \frac{\alpha_0}{\alpha_1} \cdot \frac{N_1}{N_0}$$

$$\frac{N_0}{N_1} = \frac{\alpha_0}{\alpha_1} \left(\frac{W_0}{W_1} \right)^{-1}$$

$$\frac{-d\left(\frac{N_0}{N_1}\right) \cdot \frac{W_0}{W_1}}{d\left(\frac{W_0}{W_1}\right) \cdot \frac{N_0}{N_1}} = \sigma$$

$$\sigma = \frac{-\alpha_0}{\alpha_1} - \left(\frac{W_0}{W_1} \right)^{-2} \cdot \frac{\left(\frac{W_0}{W_1} \right)}{\frac{N_0}{N_1}}$$

$$\sigma = \frac{\alpha_0}{\alpha_1} \cdot \frac{\left(\frac{W_0}{W_1}\right)^{-2} \cdot \left(\frac{W_0}{W_1}\right)}{\frac{\alpha_0}{\alpha_1} \left(\frac{W_0}{W_1}\right)^{-1}}$$

$$\sigma = \left(\frac{W_0}{W_1}\right)^{-2} \cdot \left(\frac{W_0}{W_1}\right)^2 = 1$$

Rendimientos constantes a escala:

$$Y = (\theta_0 N_0)^{\alpha_0} (\theta_1 N_1)^{\alpha_1} K^{1-\alpha_1-\alpha_0}$$

Donde:

$$1 - \alpha_0 - \alpha_1 = \alpha_2$$

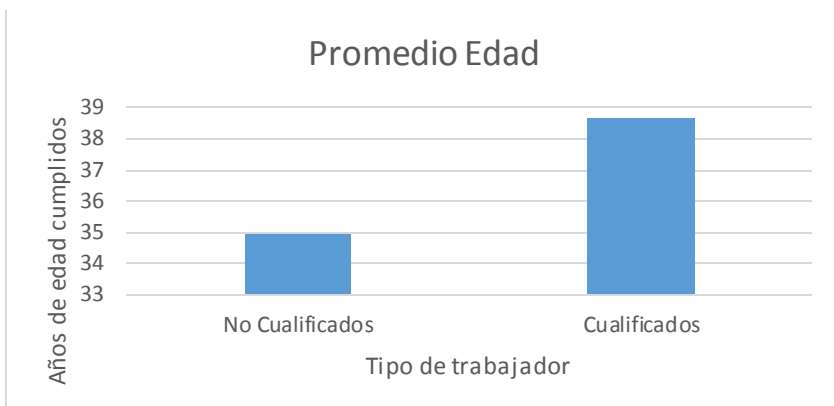
Siendo (t) un número positivo se tendría que:

$$f(tN_0, tN_1, tK) = (\theta_0 tN_0)^{\alpha_0} (\theta_1 tN_1)^{\alpha_1} (tK)^{1-\alpha_1-\alpha_0} = t^{\alpha_0} (\theta_0 N_0)^{\alpha_0} t^{\alpha_1} (\theta_1 N_1)^{\alpha_1} t^{\alpha_2} K^{\alpha_2}$$

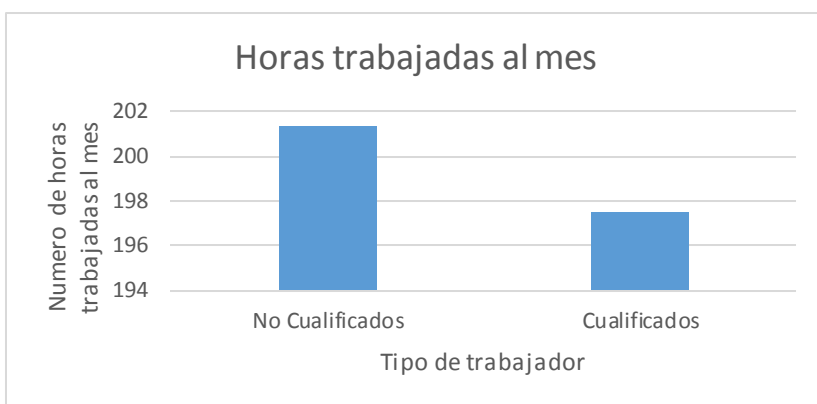
$$f(tN_0, tN_1, tK) = t^{\alpha_0+\alpha_1+\alpha_2} (\theta_0 N_0)^{\alpha_0} (\theta_1 N_1)^{\alpha_1} K^{\alpha_2}$$

$$f(tN_0, tN_1, tK) = tf(tN_0, tN_1, tK)$$

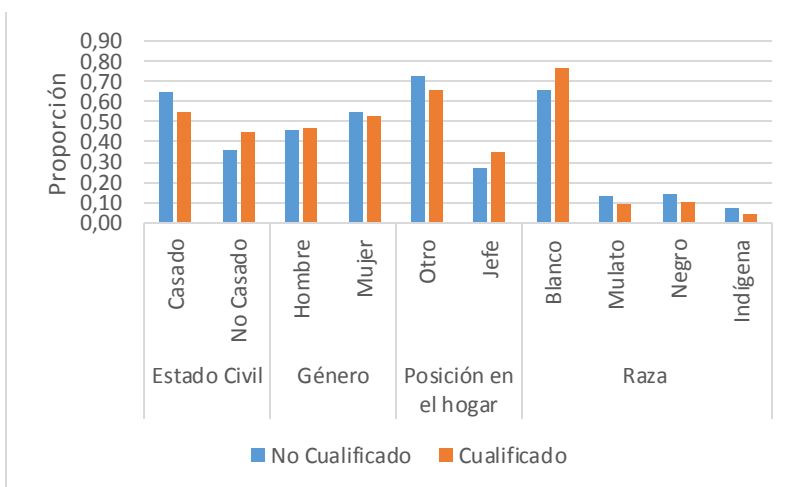
Anexo 5. Modelos para comparación de correlación intra-grupo



Fuente: Elaboración propia a partir de la EECVC



Fuente: Elaboración propia a partir de la EECVC



Fuente: Elaboración propia a partir de la EECV

Anexo 6. Modelos para comparación de correlación intra grupo

Modelos por tipo de variables		
Modelo 1	Coefficiente	
Años de educación	0.065***	-
Edad	0.045***	-
Edad2	0.0004***	-
Log_horas trabajadas	0.47***	-
Modelo2		
Genero	-	0.07**
Estado civil	-	0.113***
Posición en el hogar	-	0.205***
Raza		
Mulato	-	0.139***
Negro	-	0.146***
Indigena	-	0.212***
σ_{μ}^2	0.036***	0.101***
σ_{ϵ}^2	0.768***	0.879***
Coefficiente de correlación intra grupo	4.6%	10%