

# La (in)formalidad laboral con otros ojos

Eduardo Lora<sup>1</sup>

*Ponencia para la Admisión como Miembro Correspondiente a la  
Academia Colombiana de Ciencias Económicas*

Marcel Proust dijo con mucha razón que “el verdadero viaje de descubrimiento consiste, no en buscar nuevos paisajes, sino en tener nuevos ojos”. Mi objetivo en esta ponencia es proponer una nueva forma de ver el problema de la (in)formalidad laboral. La visión tradicional de la informalidad parte de preguntarse por qué hay informalidad laboral y ve el asunto a nivel de todo el país (o todo el sector urbano).<sup>2</sup> En el enfoque de esta ponencia la pregunta que me hago es más bien por qué hay empleo formal y por qué hay diferencias tan grandes en la generación de empleo formal entre unas ciudades y otras. Por otro lado, el enfoque tradicional se apoya conceptualmente en un modelo teórico en el que la composición del empleo entre formal e informal es un resultado del equilibrio de un modelo estático que cambia solamente cuando sufre algún shock que lo obliga a moverse a otro equilibrio. En el enfoque que yo propongo, la composición del empleo es el resultado de un proceso evolutivo donde no hay equilibrio sino fuerzas de transformación que operan en forma continua. Finalmente, mientras que en el enfoque tradicional los trabajadores tienen más o menos capacitación en una escala unidimensional (es decir, hay trabajadores con mayor o con menor nivel de calificación o, incluso simplemente, trabajadores calificados y no calificados), en el enfoque alternativo que quiero proponer los trabajadores difieren entre sí en lo que saben hacer, es decir hay distintas capacidades.

Aunque a lo largo de esta ponencia voy a referirme casi exclusivamente a Colombia, mi argumentación aplica en general a cualquier economía en desarrollo. He elaborado esta nueva visión de la (in)formalidad laboral durante los tres últimos años gracias a mi afiliación al Centro de Desarrollo Internacional de la Universidad de Harvard, a donde fui invitado a coordinar los trabajos de preparación del “Atlas Colombiano de Complejidad Económica (Datlas)”, con el auspicio de Bancóldex y la Fundación Julio Santo Domingo.<sup>3</sup> Una de las principales fuentes de información que utiliza el Atlas es la Planilla Integrada para la Liquidación de Aportes Laborales (PILA), que contiene la información para cada trabajador formal de su sector de actividad económica a través del tiempo. Esa es la principal fuente estadística utilizada para esta ponencia. Debo dejar constancia de que no he trabajado solo en

---

<sup>1</sup> Agradezco los valiosos comentarios de Edgard Moncayo a la versión de esta ponencia que fue presentada en la Academia.

<sup>2</sup> El enfoque tradicional se origina en Fields (1975). En Levy (2008) se aplica una versión moderna de este enfoque en forma exhaustiva para analizar la informalidad en México.

<sup>3</sup> El Atlas es una herramienta interactiva de consulta en Internet, de libre acceso: [DatlasColombia.com](http://DatlasColombia.com).

este proyecto. He tenido tres coautores a quienes quiero expresar mi gratitud y admiración; juntos hemos dado origen a estas ideas en un trabajo multidisciplinario de extraordinaria calidad. Son ellos la irlandesa, matemática de profesión, Neave O’Clery, el economista colombiano Juan Camilo Chaparro y el físico colombiano Andrés Gómez-Liévano.

*Las ciudades más grandes crean más empleo*

Aunque en Colombia usualmente se habla de la tasa de informalidad<sup>4</sup> para el conjunto de las principales (13 o 23) ciudades del país, rara vez se destacan las enormes diferencias que presenta este indicador entre ciudades. En general, las ciudades más grandes generan (proporcionalmente) más empleo formal. El Gráfico 1 presenta la tasa de formalidad y el total de ocupados (en logaritmos) en las 23 ciudades capitales (incluyendo sus áreas metropolitanas) según los datos más recientes del DANE.

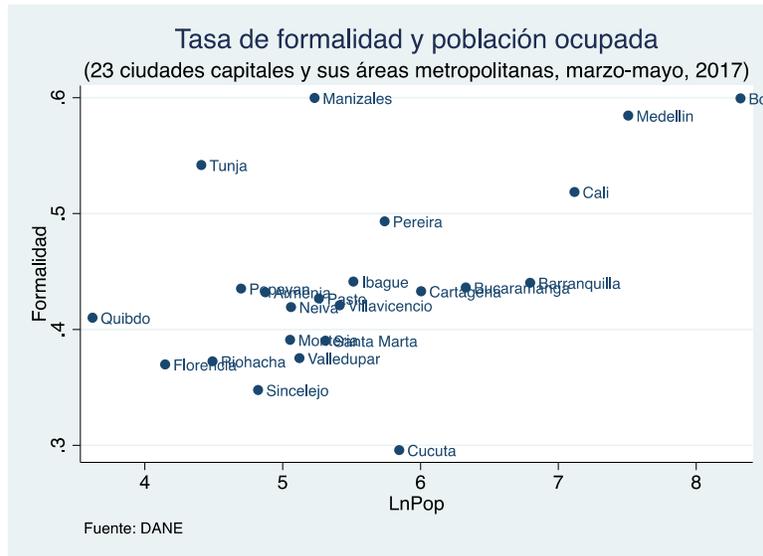


Gráfico 1. Tasa de formalidad y población ocupada

Mientras que en ciudades pequeñas como Florencia, Riohacha o Sincelejo, el empleo formal es aproximadamente un tercio del empleo total, en Bogotá, Cali y Medellín el empleo formal es más de la mitad del empleo total. En este gráfico, la tasa de empleo formal se define como la proporción de la ocupación total en empresas de más de cinco trabajadores y las unidades de observación son las ciudades capitales con sus

<sup>4</sup> Que el DANE define, alternativamente, como el porcentaje de los trabajadores ocupados que no están afiliados a la seguridad social en salud y pensiones o que trabajan independientemente o en empresas de hasta cinco personas. El DANE no presenta datos por ciudades según la primera definición. Utilizando la segunda definición, según los datos más recientes (marzo-mayo de 2017), “la proporción de ocupados informales en las 13 y 23 ciudades y sus áreas metropolitanas fue 46,7% y 48,0% respectivamente, el nivel más bajo desde que hay cifras comparables” (<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-informal-y-seguridad-social>).

áreas metropolitanas establecidas por el DANE. Sin embargo, en lo sucesivo en esta ponencia utilizaré una definición diferente de la tasa de formalidad, que es más conveniente por razones conceptuales y estadísticas.

La tasa de ocupación formal se define en este trabajo como la proporción de la población en edad de trabajar ocupada de cada ciudad que contribuye (a través de la empresa)<sup>5</sup> a la seguridad social en pensiones y salud (aunque el DANE también utiliza esta definición, sola la utiliza para presentar resultados agregados, no por ciudades). Las ciudades consideradas en este trabajo no son solamente las capitales de departamento, sino todas las que tienen al menos 50.000 habitantes. En los casos en que es pertinente, la ciudad comprende los municipios que son parte de su área metropolitana, la cual se define según el criterio de conmutación laboral establecido por Durantón (2013): un municipio pertenece a un área metropolitana si al menos 10% de su fuerza laboral se desplaza regularmente al conjunto de los demás municipios de dicha área. Utilizando el algoritmo desarrollado por Durantón, se encuentra que en Colombia hay 19 áreas metropolitanas. Junto con otras 43 ciudades de un solo municipio que tienen más de 50.000 habitantes, se tiene entonces que en Colombia hay 62 ciudades de por lo menos ese tamaño.

Utilizando estas definiciones de la tasa de ocupación formal y de ciudad, el Gráfico 2 confirma que existe una relación directa entre dicha tasa y la población en edad de trabajar en las 62 ciudades colombianas. El gráfico también presenta el caso de México, para indicar que no se trata de una peculiaridad colombiana. La relación directa entre tasa de ocupación formal y tamaño de las ciudades se corrobora igualmente en Brasil y Estados Unidos.

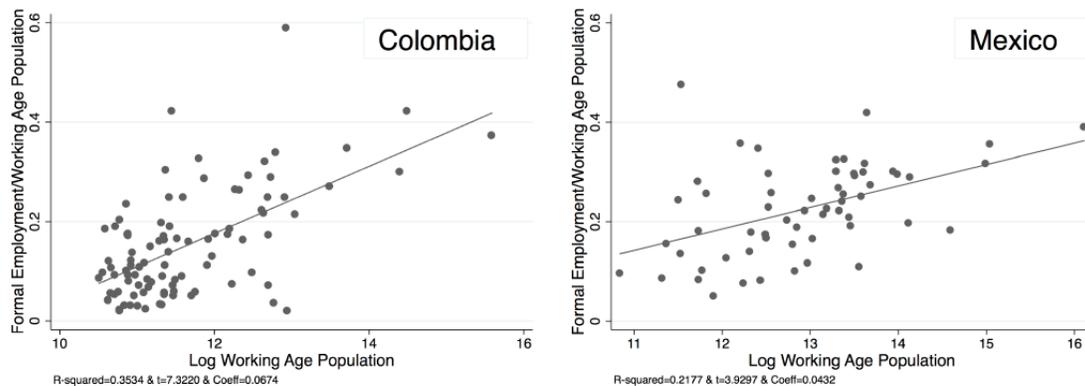


Gráfico 2. Relación entre la tasa de ocupación formal y el tamaño de las ciudades en Colombia y México

<sup>5</sup> Y excluyendo por lo tanto a los empleados independientes que cotizan por sí mismos como personas naturales.

## *La hipótesis*

La hipótesis central que plantea este trabajo es que las ciudades más grandes generan más empleo formal porque las empresas encuentran más fácilmente trabajadores que, en conjunto, tienen la diversidad de habilidades productivas que se requieren para producir bienes y servicios más sofisticados. A través del tiempo, la generación de empleo formal depende de la movilización de las capacidades productivas hacia sectores productivos de mayor complejidad.

Esta hipótesis tiene su principal fundamento en la teoría de la complejidad aplicada a la economía, que se ha desarrollado principalmente en el Santa Fe Institute (Beinhocker, 2006) y el Centro de Desarrollo Internacional de la Universidad de Harvard (Hidalgo, et al. 2007; Hidalgo y Hausmann, 2009; Hausmann e Hidalgo, 2011). Según esta teoría, la creación de riqueza es el resultado de un proceso evolutivo de diferenciación, selección y amplificación mediante el cual se generan nuevos conocimientos, nuevas habilidades productivas y nuevos productos a partir de los conocimientos, las habilidades y los productos ya existentes en un lugar. De esta forma, las diferencias en los niveles de productividad entre unas economías y otras (o entre unas ciudades y otras, o entre unas empresas y otras) son el resultado no de la cantidad o la mezcla de recursos productivos utilizados, sino de las diferencias en el *knowhow* colectivo, es decir la capacidad que tienen los equipos humanos de llevar a cabo tareas colectivas de producción de bienes o servicios. El *knowhow* colectivo no es la suma de los conocimientos productivos individuales en una escala unidimensional (como serían los años de educación o experiencia, y que por lo tanto podría considerarse como un recurso productivo más), sino el resultado de la continua combinación y recombinación de las diversas habilidades con las que cuentan los individuos (gracias a sus experiencias e interacciones con otros individuos a lo largo de su vida educativa, social y laboral).

Una diferencia fundamental entre la teoría de la complejidad económica y la teoría económica tradicional es que en la teoría de la complejidad se considera al sistema económico como un organismo complejo emergente, que cambia en forma continua pero impredecible como resultado de la interacción entre los agentes económicos, mientras que en la teoría económica tradicional el sistema económico tiende siempre a encontrar una situación de equilibrio que puede predecirse a partir del comportamiento individual de los agentes.

El papel de las empresas también es diferente en los dos enfoques teóricos. En la teoría económica tradicional, las empresas existen para resolver el problema de que ningún contrato puede ser completo, pues es imposible prever todas las contingencias e incertidumbres del mundo real. La empresa resuelve este problema porque asigna al gerente (en representación de los propietarios del capital) la potestad de decidir sobre los aspectos imprevistos de los contratos. En el enfoque alternativo, “(l)os líderes y gerentes corporativos hacen mucho más que simplemente decidir lo que no se ha delegado contractualmente a alguien más. Ellos hacen que la gente trabaje junta; articulan objetivos, visiones y estrategias; moldean

la cultura y los valores; y muchas otras cosas esenciales” (McAfee, Brynjolfsson, 2017, p. 327). Es decir, las empresas existen no solamente porque los contratos no pueden preverlo todo, sino porque las empresas tienen la capacidad de coordinar las habilidades de los trabajadores de una forma que el mercado no puede hacerlo. Esa es la razón por la que hay empleo formal. Cuando la producción de algún bien o servicio puede tener lugar sin necesidad de coordinar las habilidades de trabajadores diversos, porque basta un individuo solo o que trabaja con la ayuda de unos pocos miembros de su familia o círculo más cercano para producir ese bien, no es necesario que haya empleo formal. Por supuesto, puede haber una frontera borrosa entre empleo formal e informal cuando una empresa contrata ilegalmente trabajadores por debajo del salario mínimo o sin prestaciones sociales.<sup>6</sup> En este trabajo se ignora esa posibilidad, para concentrarnos solo en el empleo legal de las empresas.

El objetivo de las siguientes secciones de este trabajo es dar sustento empírico a estas argumentaciones. Al final de mi ponencia discutiré las implicaciones de política de esta nueva forma de ver el problema de la informalidad.

### *Qué es la complejidad y cómo se mide*

El concepto y método de cálculo de la complejidad económica que se utiliza en este trabajo fue desarrollado originalmente por Hidalgo y Hausmann (2009) con referencia a la estructura de las exportaciones de los distintos países (véase el Apéndice 1 para la formulación matemática de todas las variables relacionadas con la complejidad que se utilizan en este trabajo).<sup>7</sup> Ellos partieron de la observación de que mientras que algunos productos son exportados por muchos países (es decir, son productos más ubicuos), algunos otros son exportados por muy pocos países (productos menos ubicuos). Y que mientras que algunos países exportan muchos productos (es decir, son países más diversos), otros países exportan pocos productos (son menos diversos). Más aún, hay una fuerte relación inversa entre la ubicuidad de los productos y la diversidad de lo que producen los países, que se debe a que los productos menos ubicuos los producen solamente los países más diversos. Y la razón de esto último es que solo los países más diversos pueden combinar la gran diversidad de conocimientos y habilidades productivas necesarios para producir los bienes más complejos. De ahí se derivan los conceptos de complejidad productiva: un producto es más complejo en la medida en que requiera una combinación de conocimientos y habilidades productivas que muy pocos países tienen; y una economía es más compleja en la medida en que pueda producir bienes (o servicios) que requieren habilidades y conocimientos productivos que solo pocas economías tienen. Debido a su carácter multidimensional, el *knowhow*, es decir los conocimientos y habilidades productivas, son una variable latente, que no puede

---

<sup>6</sup> Levy (2008) analiza rigurosamente las diferencias entre empleo informal e ilegal para el caso de México.

<sup>7</sup> Véanse los métodos y cálculos para países en <http://atlas.cid.harvard.edu>.

observarse directamente, pero que puede inferirse de la ubicuidad de los productos y la diversidad de las economías.

Estos conceptos pueden aplicarse a todos los sectores productivos en las ciudades colombianas. En el Gráfico 3 se muestra qué sectores están presentes en cada una de las ciudades colombianas (utilizando el criterio de que tengan ventaja comparativa revelada mayor que 1, véase el Apéndice 1 para la formulación matemática). Las ciudades (en el eje vertical) están ordenadas por su diversidad sectorial, siendo Bogotá la ciudad más diversa. En el eje horizontal están ordenados los sectores productivos por su ubicuidad: las tiendas de alimentos o de productos misceláneos son actividades productivas muy ubicuas mientras que los sectores de producción de fibras sintéticas, calzado o piedras preciosas se encuentran en muy pocas ciudades. A partir de la diversidad de las ciudades y la ubicuidad de los sectores puede calcularse entonces la complejidad de las ciudades y la complejidad de los sectores productivos (véase el Apéndice 1). En el Gráfico 4 se observa que las ciudades más complejas son las más grandes y, más en general, que hay una fuerte relación directa entre la complejidad y el tamaño de las ciudades.

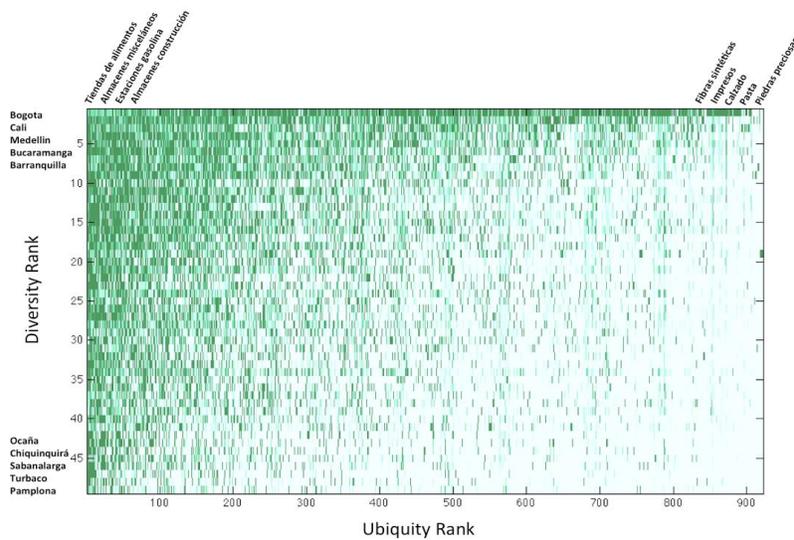


Gráfico 3: La relación inversa entre la diversidad productiva de las ciudades colombianas y la ubicuidad de los sectores productivos

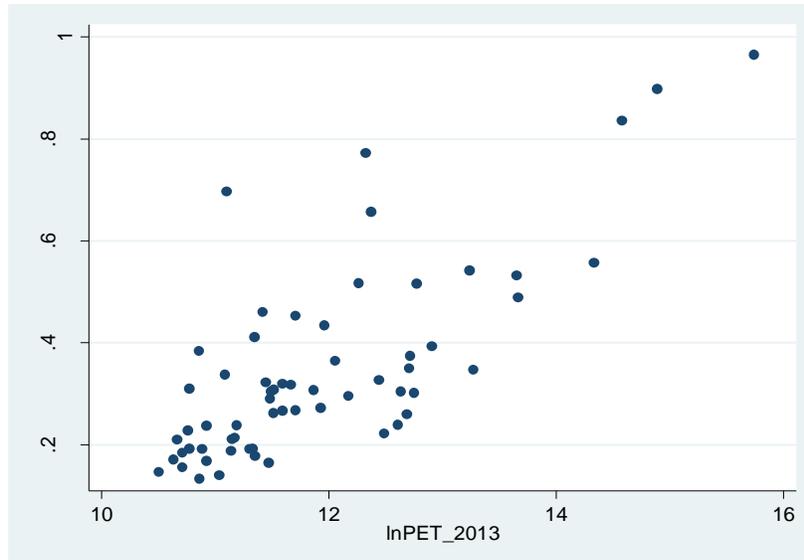


Gráfico 4. La relación directa entre el tamaño de las ciudades colombianas y su complejidad productiva

Las ciudades más grandes producen bienes y servicios más complejos porque cuentan con una diversidad de trabajadores, quienes son empleados formalmente por las empresas que, combinando en formas diversas las distintas capacidades de los trabajadores, producen bienes y servicios cada vez más diferenciados y sofisticados, que permiten responder a la diversidad de gustos y necesidades de sus clientes en la misma ciudad o en mercados más amplios dentro del país o en el exterior. Todo esto implica que la diversidad (de capacidades, de productos, de gustos) aumenta con el tamaño (en este caso, de las ciudades), lo cual es un principio fundamental de la teoría de la evolución y de la complejidad (Bettencourt et al., 2007, 2010; West, 2017).<sup>8</sup>

Esto también implica que en la medida en que crecen, las ciudades desarrollan nuevos sectores productivos más complejos, que no desplazan, sino que se adicionan a los sectores productivos que ya tienen. El Gráfico 5 ejemplifica este proceso para cuatro ciudades de diferentes tamaños.

---

<sup>8</sup> La importancia de la diversidad como fuente de las economías de aglomeración urbana se asocia a Jane Jacobs (1969), en contraposición a las economías de aglomeración resultantes de la especialización, que se asocian a Alfred Marshall (1890).

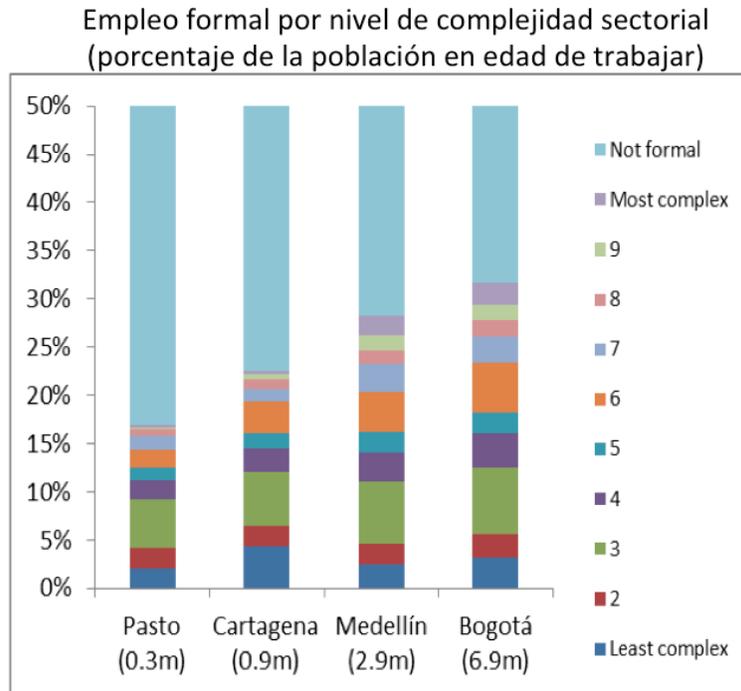


Gráfico 5. Las “capas geológicas” del empleo formal

Los sectores menos complejos (que aparecen en la parte más baja de las columnas de empleo de cada ciudad) generan aproximadamente el mismo empleo formal (como proporción de la población en edad de trabajar) en todas las ciudades. En cambio los sectores más complejos son relativamente más grandes en las ciudades más grandes, como Medellín o Bogotá. De esta manera, el proceso de generación de empleo formal urbano no es un proceso de reasignación del empleo formal de unos sectores hacia otros sino, más bien, un proceso de acumulación de capas geológicas de empleo que se desarrollan sobre la base de los sectores previamente existentes, que son los menos complejos. Este proceso es posible porque existe una reserva de trabajadores que no están en el sector formal (*not formal*, en el gráfico son la parte más alta de las barras), que son informales o están por fuera de la fuerza de trabajo. Otra forma de entender este proceso es que la elasticidad del empleo formal con respecto al tamaño de la ciudad (o más exactamente, su población en edad de trabajar) es aproximadamente 1 en los sectores de menor complejidad y mayor a 1 entre mayor sea la complejidad sectorial.

El proceso de absorción de trabajadores por parte del sector formal puede entenderse a su vez como un proceso capilar en el que los sectores de más alta complejidad absorben principalmente trabajadores formales ocupados en sectores un poco menos complejos, y así sucesivamente, de manera tal que los sectores más básicos son los que resultan ocupando a individuos que no estaban empleados formalmente hasta entonces. Por supuesto, este no es un proceso aleatorio, ya que la movilidad de los trabajadores entre dos sectores cualesquiera depende de qué tan semejantes son las habilidades y conocimientos productivos que se necesitan en los dos sectores.

## *La similitud del knowhow de los sectores productivos*

Aunque no es posible observar directamente qué tan semejantes son los conocimientos productivos –o *knowhow*—que utilizan unos sectores y otros, sí es posible inferirlo de diversas maneras. En los estudios originales ya citados de Hausmann e Hidalgo, la similitud del *knowhow* requerido para la producción de dos productos se infiere de la probabilidad de que si un país exporta un producto, exporte también el otro producto. En este trabajo, la similitud del *knowhow* de los sectores productivos se infiere de los flujos de trabajadores entre los sectores. Si todos los trabajadores tuvieran las mismas capacidades, los flujos de trabajadores entre el sector A y el sector B serían proporcionales al tamaño relativo de los dos sectores. Por ejemplo, si el sector A emplea al 30% de los trabajadores del país y el sector B emplea al 20% de los trabajadores del país (y todos los sectores tienen una tasa de rotación del 10%), entonces en un año cualquiera se esperaría que 0,6% de todos los trabajadores pasen del sector A al sector B y viceversa (puesto que  $0.3 \times 0.2 \times 0.1 = 0.006$ ). Pero si los sectores A y B son, por ejemplo, sectores de servicios financieros que requieren un personal muy parecido, entonces el flujo de trabajadores entre los dos sectores será cercano al 2% de la fuerza de trabajo en cada dirección (ya que esa es la cantidad de trabajadores que reemplaza B cada año). Por consiguiente, podemos inferir que en la medida en que los flujos de trabajadores entre dos sectores superen lo esperado para los tamaños relativos de los sectores, mayor es la similitud del *knowhow* productivo de los sectores (en el Apéndice 1 se encuentra la formulación matemática utilizada para hacer los cálculos con la información de la PILA).

Hausmann y sus coautores utilizaron las similitudes tecnológicas entre productos para construir el llamado “mapa de los productos” del comercio mundial. De forma semejante, con mis coautores, hemos construido un “mapa de los sectores productivos colombianos” (Gráfico 6), donde cada punto representa un sector, las cercanías entre los puntos reflejan aproximadamente la similitud de su *knowhow* productivo, y los colores son los grupos de sectores según una clasificación convencional adaptada para fines descriptivos. Este gráfico ha sido tomado directamente del [DatlasColombia.com](http://DatlasColombia.com), la herramienta de consulta por Internet desarrollada con mis coautores del CID para Bancóldex. En este sitio puede verse para una ciudad cualquiera cuáles sectores productivos tienen ventaja comparativa revelada (mayor que 1), es decir, tienen un tamaño relativo mayor del que correspondería al total del empleo formal que tiene la ciudad. Como ejemplo, en los Gráficos 7 y 8 se presentan los mapas de los sectores productivos para las ciudades de Quibdó y Bogotá. En Quibdó los sectores relativamente grandes son pocos y se concentran en los sectores de comercio, servicios sociales, transporte y comunicaciones. En contraste, el mapa de los sectores para Bogotá es bastante poblado en sectores más diversos, incluyendo numerosos sectores de manufacturas y servicios financieros y empresariales. Sin embargo, en ambos casos los sectores con ventaja comparativa revelada mayor que uno tienden a estar juntos unos de otros, lo cual sugiere que los conocimientos productivos que tiene cada ciudad hacen posible el desarrollo de sectores que comparten *knowhow*.

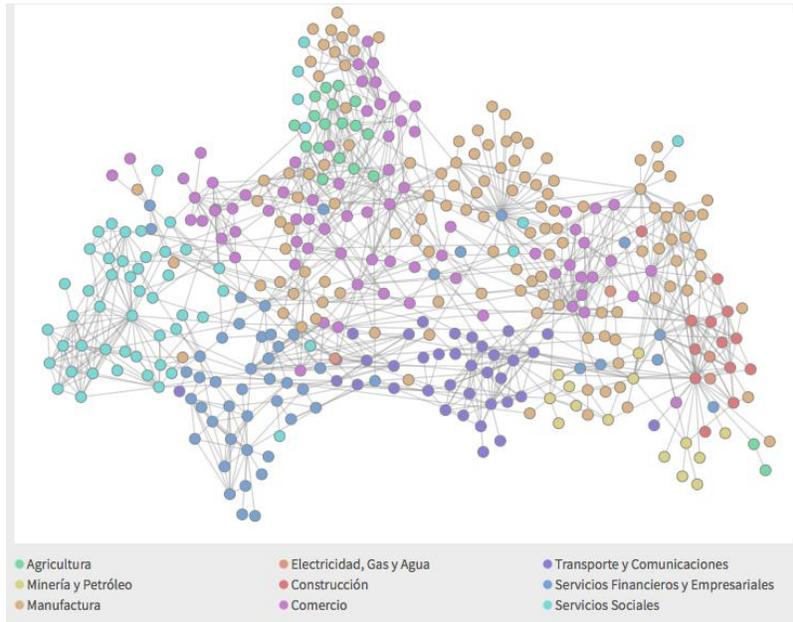


Gráfico 6. Mapa de los sectores productivos de Colombia



Gráfico 7. Mapa de los sectores productivos de Quibdó

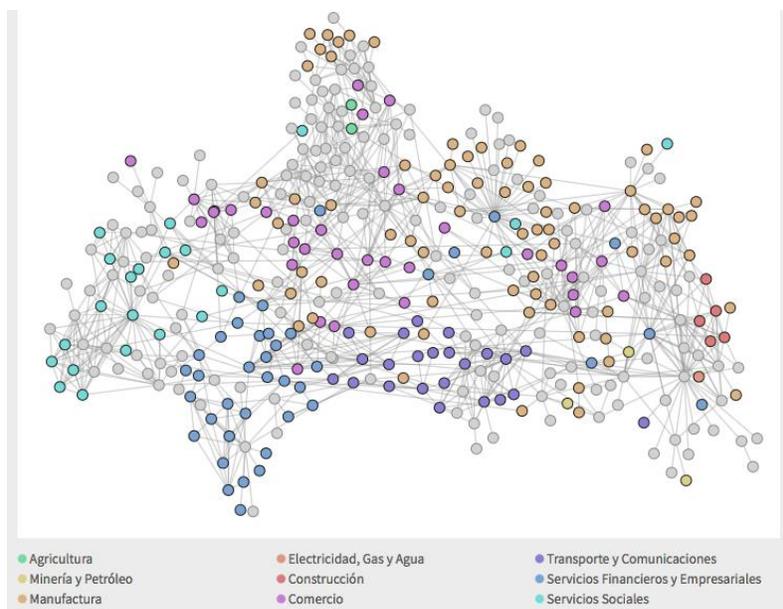


Gráfico 8. Mapa de los sectores productivos de Bogotá

### *La complejidad potencial y la generación de empleo formal*

Como lo sugiere la cercanía de los sectores que se encuentran en Quibdó, o en Bogotá, los sectores productivos no surgen de forma totalmente aleatoria: los sectores que tienen mayores probabilidades de crecer son los que comparten *knowhow* con los sectores ya existentes. De esta forma, el desarrollo sectorial sigue rutas que dependen del pasado (*path dependence*). Si esto es correcto, entonces las posibilidades de generación de empleo formal de cualquier ciudad deben depender de qué tan cerca (tecnológicamente hablando) están los sectores ya existentes (es decir, los que tienen ventaja comparativa revelada mayor a 1) de otros sectores que aún son pequeños o que no existen. Más aún, como vimos en las “capas geológicas” del empleo de las ciudades de distintos tamaños, es más factible que el empleo adicional se genere en sectores más complejos.

El concepto de “complejidad potencial” recoge formalmente estas intuiciones. La complejidad potencial es una medida sintética de qué tan factible es que una ciudad avance hacia sectores más complejos dados los conocimientos productivos con que cuenta. Los cálculos proceden de la siguiente manera (que se explica formalmente en el Apéndice 1). Para cada sector que la ciudad no tiene (es decir, cuya ventaja comparativa revelada es menor de 1), se calculan las similitudes tecnológicas con todos los sectores que la ciudad sí tiene, se suman dichas similitudes y se multiplican por la complejidad económica del sector. Luego se promedian los valores obtenidos para todos los sectores que la ciudad no tiene.

De acuerdo con la hipótesis planteada arriba, es de esperarse entonces que la complejidad potencial sea un buen predictor de la generación de empleo en las

ciudades. Para poner a prueba esta hipótesis, mis coautores y yo hemos hecho diversas pruebas econométricas (O'Clery, Gómez-Liévano y Lora, 2017). La variable dependiente que utilizamos es el cambio en la tasa de empleo formal en las ciudades entre el año 2008 y el año 2013. La variable independiente que nos interesa es la complejidad potencial de cada ciudad en el año 2008, ya que queremos saber el efecto de los conocimientos productivos iniciales sobre la generación de nuevos empleos en los próximos cinco años en las ciudades colombianas. Además controlamos por otras variables (específicamente, la tasa de empleo formal inicial, la población, el PIB per capita de las ciudades y diversos indicadores de shocks económicos). Como puede observarse en el Gráfico 9, hay una fuerte correlación entre la complejidad potencial inicial y el cambio en la tasa de empleo formal entre 2008 y 2013 en las ciudades colombianas (el Apéndice 2 contiene resultados completos de las regresiones).

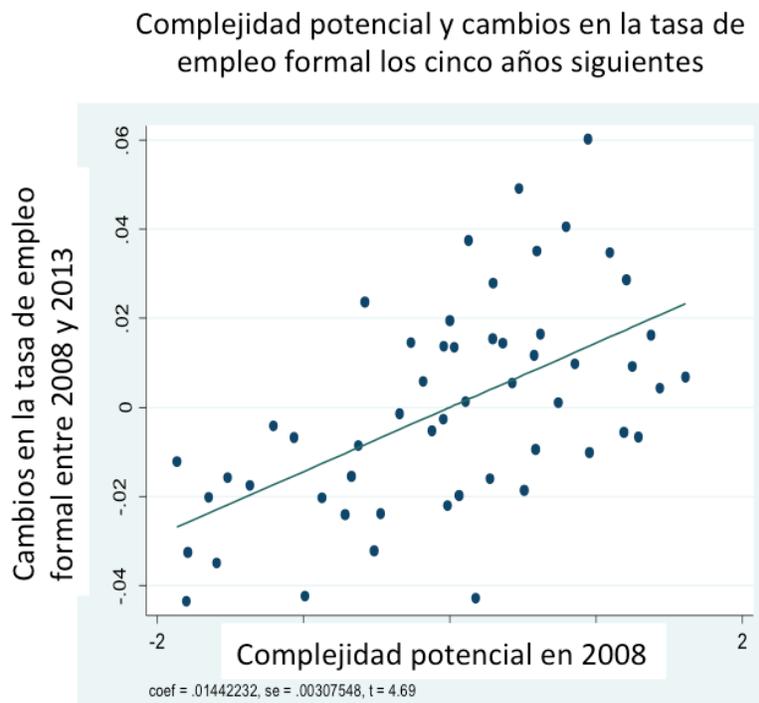


Gráfico 9. La complejidad potencial en 2008 predice los cambios en la tasa de empleo formal en los cinco años siguientes en las 62 ciudades colombianas

Por consiguiente, la evidencia econométrica da sustento bastante fuerte a nuestra hipótesis de que la generación de empleo formal en las ciudades depende del *knowhow* productivo con que cuentan las ciudades. Las ciudades más grandes tienden a generar más empleo formal (per cápita) porque cuentan con una mayor diversidad de conocimientos y habilidades productivas que pueden recombinarse de diversas formas para generar bienes y servicios cada vez más complejos, sin dejar de producir los bienes y servicios menos complejos con que ya cuentan. Esta relación entre empleo formal y complejidad se verifica no solamente en un corte transversal en el tiempo, sino en forma dinámica: en la medida en que las ciudades

tienen *knowhow* productivo semejante al que requieren sectores más complejos, pueden en los años sucesivos generar más empleo formal.

Estas conclusiones no contradicen el enfoque tradicional sobre la informalidad, que pone el énfasis en los costos del empleo formal, en la capacidad del gobierno para hacer cumplir las normas laborales y tributarias y en otros factores que pueden influir en la productividad laboral, como son la calidad de la educación y la calidad de la infraestructura urbana. La importancia de los costos laborales, o más exactamente de los sobrecostos debidos a los impuestos a la nómina ha sido demostrada por varios estudios recientes que han evaluado el efecto de la eliminación a partir de 2013 de los parafiscales destinados al Sena y el ICBF (Kugler, Kugler y Herrera Prada, 2017; Morales y Medina, 2016). En relación con la capacidad de la administración pública, la calidad de la educación y la calidad de la infraestructura urbana, en el trabajo citado con mis colegas hemos incluido estas variables en las regresiones (tomando la información de los indicadores de competitividad a nivel departamental que produce el Consejo Privado de Competitividad y la Universidad del Rosario, 2013). La capacidad de la administración pública y la calidad de la educación no tienen efectos sobre la creación de empleo formal en el período analizado (2008-2013). La infraestructura, en cambio, sí tiene efecto: ciudades con mejor infraestructura pública presentan aumentos mayores de la tasa empleo formal. Esto me lleva al último tema empírico que quiero analizar en esta ponencia, antes de pasar a las implicaciones de política.

#### *Los tiempos de desplazamiento entre municipios*

Como he explicado, la definición de áreas metropolitanas que hemos utilizado se basa en la metodología de Durantón (2013), que considera que un municipio pertenece a un área metropolitana si al menos 10% de su fuerza laboral se desplaza regularmente al conjunto de los demás municipios del área para trabajar. Es de esperarse que la facilidad de movilización de la fuerza laboral afecte la eficacia con que las ciudades puedan aprovechar las capacidades productivas de sus trabajadores. El radio en el que cada empresa pueda aprovechar las capacidades de la fuerza de trabajo circundante será mayor en la medida en que sean mejores los medios de transporte y tome menos tiempo desplazarse. Por consiguiente, en vez de aceptar la metodología de Durantón para definir las áreas metropolitanas, podemos preguntarle a los datos cómo influyen los tiempos de transporte entre municipios en la eficacia con que las ciudades (entendidas como agrupaciones de uno o más municipios) aprovechan las capacidades productivas de su fuerza laboral.<sup>9</sup>

Considérese el Gráfico 10, donde aparecen los 96 municipios colombianos que tienen al menos 50.000 habitantes (el tamaño mínimo para ser considerado como ciudad). Si las empresas no tuvieran capacidad de atraer personal que viva más allá del vecindario del centro de cada municipio (donde suponemos que se concentran

---

<sup>9</sup> Para mayores detalles del estudio empírico que se resume en los siguientes párrafos véase O'Clery y Lora (2016).

las empresas), entonces podríamos decir que en Colombia hay 96 mercados laborales urbanos, es decir 96 ciudades, cada una con su propio *knowhow* productivo. Pero a medida que aumentamos el tiempo de conmutación laboral entre municipios, será menor el número de mercados laborales urbanos o ciudades separadas. Por ejemplo, si el tiempo de conmutación laboral en una sola dirección entre municipios se amplía a 30 minutos, entonces habrá 79 ciudades, y si se amplía a 100 minutos habrá 35 ciudades. Ahora bien, ¿cuál es entonces el radio en el que las empresas pueden movilizar de manera efectiva a los trabajadores?

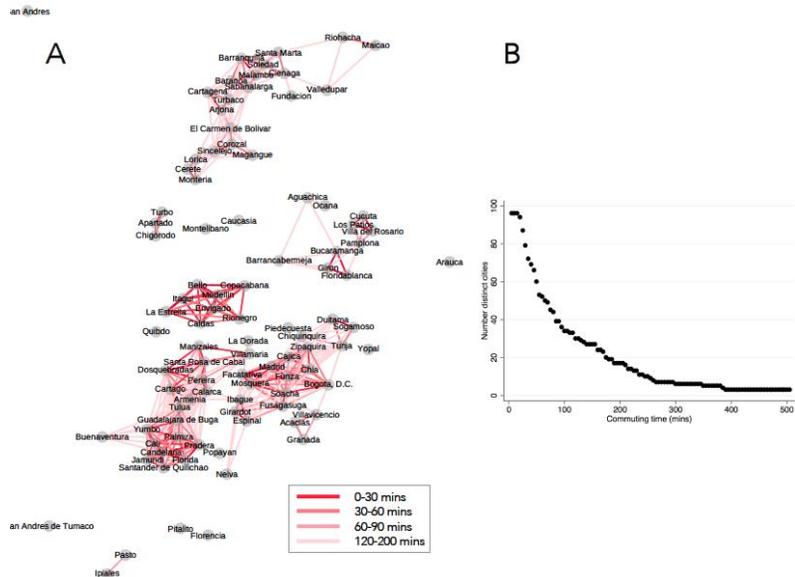


Gráfico 10. Número de ciudades en Colombia dependiendo del tiempo de viaje entre municipios mayores de 50.000 habitantes

Para responder a esta pregunta corrimos para cada número de ciudades (definido según el tiempo de conmutación) la misma regresión básica explicada arriba, donde la variable dependiente es el cambio en la tasa de empleo formal entre 2008 y 2013 y la variable independiente que nos interesa es la complejidad potencial inicial de las ciudades consideradas (controlando por las otras variables mencionadas arriba). Al comparar los coeficientes de la variable de interés para todas las regresiones, podemos deducir cuál es el radio de tiempo en que la complejidad potencial tiene el mayor efecto sobre la generación de empleo. Ese es el radio de tiempo en que más efectiva es la movilización de los trabajadores por parte de las empresas. Como se observa en el Gráfico 11, en radios de tiempo entre 40 y 75 minutos (que corresponden a entre 62 y 43 ciudades) se encuentran los coeficientes más altos (y los mayores R-cuadrado de las regresiones). Más allá de ese radio, los coeficientes pierden significancia rápidamente. Esto sugiere que 75 minutos es el radio máximo de tiempo dentro del cual las empresas pueden movilizar los trabajadores para hacer uso efectivo del *knowhow* circundante. Esto sugiere también que acortar los tiempos de movilización entre municipios equivale a aumentar su oferta de capacidades productivas. El efecto que esto puede tener sobre la generación de

empleo es mayor entre menos complejo sea el *knowhow* con que cuenta un municipio en relación con los otros a los que se está conectando. En general, los municipios pequeños tienen más que ganar que los grandes.

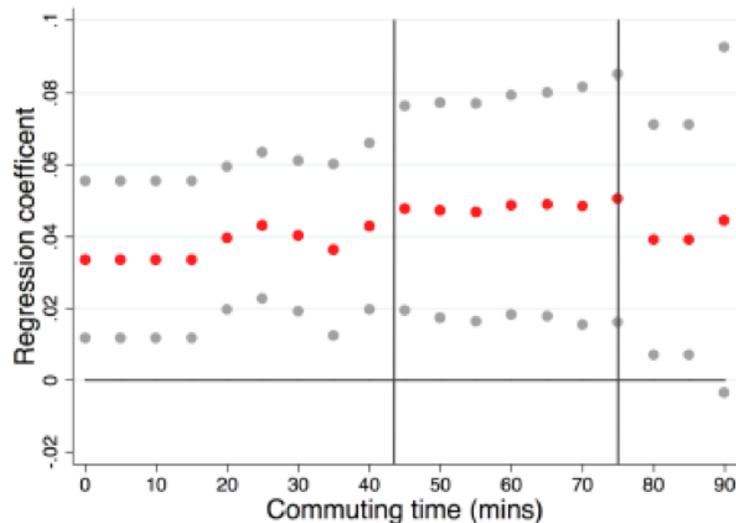


Gráfico 11. Coeficientes del efecto de la complejidad potencial en 2008 sobre el cambio en la tasa de empleo entre 2008 y 2013 dependiendo del tiempo de conmutación que se escoja para definir los municipios de más de 50.000 habitantes que pertenecen a una misma ciudad, y por lo tanto el número de ciudades (los puntos rojos son el coeficiente estimado, y los puntos grises el margen de confianza al 95%).

### *Implicaciones de política*

Para concluir esta ponencia, quiero discutir las implicaciones de política de la nueva forma de ver la (in)formalidad que he presentado. En Colombia, reducir el empleo informal se considera una responsabilidad de las autoridades económicas nacionales, ya que ellas tienen poder de decisión sobre el salario mínimo, los impuestos a la nómina y las contribuciones a la seguridad social. Sin negar la importancia que puedan tener estas variables, la nueva visión de la (in)formalidad presentada en esta ponencia sugiere que quienes están preocupados por el problema de la informalidad deberían dirigirse con más frecuencia a las autoridades subnacionales. En efecto, las diferencias entre ciudades en materia de informalidad son muy pronunciadas para ignorarlas en el debate de políticas públicas sobre este problema.

De esta ponencia se desprende también que es conveniente pensar en la generación de empleo formal, no como el resultado de un sistema en equilibrio que depende de las dotaciones de factores y de la tecnología existente, sino como el producto de un proceso evolutivo de acumulación, diversificación y recombinación de *knowhow* productivo. Mediante este proceso las empresas encuentran formas más eficaces de

producir y descubren o inventan nuevos productos que pocas o ninguna otra empresa puede hacer y que, por lo tanto, son fuente de mayores ganancias. Así las cosas, para reducir la informalidad, hay que preguntarse qué hacer (y qué no) para acelerar este proceso evolutivo de diferenciación, selección y amplificación de conocimientos y productos.

Hablemos primero de qué no hacer. Dar subsidios o incentivos tributarios a la generación de empleo es, en general, una mala idea puesto que en vez de acelerar el proceso lo estanca, especialmente si los beneficios se enfocan en sectores intensivos en empleo de baja calificación. Incluso si se dan a sectores nuevos o que utilizan personal calificado, el criterio de la generación de empleo confunde los objetivos y puede generar malos incentivos.

Tampoco es una buena idea buscar una mayor especialización en los productos en los que ya se tiene éxito. El proceso de desarrollo no ocurre mediante la especialización, sino mediante la diversificación, en contra de lo que la teoría económica más convencional suele afirmar. Sin embargo, producir más de lo mismo puede ayudar en el proceso de sofisticación del aparato productivo cuando se busca conquistar mercados más exigentes, ya que ellos puede inducir la asimilación de *knowhow* más complejo para el diseño, el mercadeo, el servicio al cliente, etc.

El criterio de “agregar valor” suele mencionarse como una estrategia para generar empleo de buena calidad. Pero es un criterio confuso, ya que si la etapa de procesamiento adicional que se quiere promover puede ser desarrollada fácilmente por los competidores, será difícil ganar mercado sin sacrificar las mayores ganancias y/o salarios que se esperaba obtener. Adicionar etapas de producción o de servicios a lo que ya se hace contribuye mejor a la generación de empleo formal cuando implica avanzar hacia actividades productivas más complejas, que por definición son aquellas reservadas a las empresas que manejan un *knowhow* más exclusivo.

A menudo se oye de las autoridades locales que para contener la informalidad es necesario desalentar la migración del campo o de los pueblos a las ciudades. Esto es desconocer que la gente migra hacia las ciudades más grandes precisamente porque, como hemos visto en este trabajo, son las ciudades más grandes las que tienen mayor capacidad de generar empleo formal (per cápita). Y esa capacidad resulta en buena medida de que las ciudades grandes atraen personas diversas de todos lados, contribuyendo así a la diversificación y a la complejidad productivas.

Un remedio que se receta siempre porque se presume que nunca hace daño es más educación. Pero, como he argumentado en esta ponencia, las capacidades productivas no aumentan mecánicamente con los años de educación, sino con la diversidad de las experiencias e interacciones de los individuos a lo largo de sus vidas personales y laborales. La pretensión generalista de que la educación debe enseñar a aprender durante la vida no es guía suficiente para orientar las políticas de educación y capacitación. En Colombia hay actualmente un gran déficit de técnicos y tecnólogos en todo tipo de ocupaciones (Lora, 2015), que no va a

resolverse con el slogan de “más educación” ni con la preferencia social por los estudios académicos (en lugar de los técnico-vocacionales) tanto en la secundaria como en la universidad.

Tampoco es una estrategia efectiva contra la informalidad tratar de formalizar los pequeños negocios, como a menudo se intenta con los mas diversos programas de capacitación, inducción, vigilancia y castigo dirigidos a los trabajadores independientes y a los pequeños negocios familiares. Puesto que estos pequeños negocios no utilizan *knowhow* complejo que requiera la coordinación de trabajadores diversos, no tienen ninguna necesidad de organizarse como empresa. Forzarlos en esa dirección es un desperdicio de esfuerzos.

Finalmente, entre los criterios equivocados para facilitar la creación de empleo formal urbano está el buscar como objetivo de las inversiones en infraestructura urbana e interurbana la reducción de los costos de transporte de carga. El problema de este objetivo es que puede ir en contravía del que debería ser el principal objetivo: reducir los tiempos de movilización para las personas, ya que es de esto de lo que depende la posibilidad de ascender en las capas geológicas de la complejidad.

Veamos entonces qué se puede hacer para facilitar la creación de empleo formal urbano. A mi juicio, las políticas potencialmente más efectivas pueden organizarse en cuatro grupos.

En primer lugar, cada ciudad debe adoptar una estrategia de diversificación inteligente diseñada con base en el *knowhow* que ya tiene. Eso implica (1) diversificar el destino de los bienes y servicios que ya se producen hacia mercados más exigentes, como ya lo he mencionado; (2) identificar nuevos productos y sectores cercanos tecnológicamente a los que ya se tienen con tamaños relativamente grandes; (3) identificar las barreras que enfrentan esos “nuevos” sectores y productos, barreras que pueden ser tecnológicas, de capacitación, regulatorias, de infraestructura, de insuficiencia de insumos o de servicios o bienes públicos; y (4) facilitar la coordinación entre las empresas y entidades relevantes para la remoción de esas barreras.

El segundo grupo de políticas consiste en concentrar los recursos de capacitación en formar técnicos y tecnólogos para los sectores más complejos que ya se tienen y para los cercanos tecnológicamente a éstos. Mientras que 57% de las vacantes anunciadas por las empresas colombianas son para trabajadores con títulos de técnico o tecnólogo, sólo 11% de la fuerza laboral tiene este tipo de educación. La demanda de técnicos y tecnólogos no está concentrada en ningún sector en particular. Todos los sectores económicos más activos en el mercado laboral quisieran llenar una parte muy sustancial de sus plazas con este tipo de trabajadores. Sin embargo, es necesario priorizar y una forma de hacerlo es a partir de la estrategia de diversificación inteligente de cada ciudad. El déficit de técnicos y tecnólogos que tiene el país es injustificable, dado que se han destinado enormes recursos a la capacitación laboral. Durante décadas el SENA recibió un ingreso

parafiscal equivalente al 2% de la nómina de todas las empresas, que fue reemplazado en 2013 por recursos ordinarios de presupuesto.

La tercer área de políticas es la inversión en diseño e infraestructura urbana e interurbana con el objetivo de reducir los tiempos de conmutación laboral. Podría saltarse a la conclusión de que esto implica invertir en vías para facilitar el flujo vehicular. Esa sería una conclusión errada: los estudios de urbanística moderna han demostrado hasta la saciedad que esa estrategia induce mayor tráfico, ciudades más extendidas y, a la larga, mayores tiempos dedicados a la movilización (Montgomery, 2015). Las ciudades donde la gente vive más a gusto, como Copenhague, Nueva York, Londres, París o Vancouver, tienen cada día menos carros y más espacio en plazas, vías peatonales y ciclovías. Para sustituir el carro privado, estas ciudades han invertido en mejores buses públicos y trenes urbanos, y en diversas modalidades de bicicletas y carros de alquiler que están disponibles en pequeñas estaciones en cualquier momento. El carro propio y la casa en los suburbios han dejado de ser símbolos de estatus, y tanto los ricos como los jóvenes están regresando a vivir al centro de las ciudades, donde están las propiedades más codiciadas y la acción más intensa. ¿Una quimera para las ciudades colombianas? En absoluto: es mucho más barato recuperar los espacios públicos y mejorar el transporte público que construir más vías y autopistas estimulando cada vez más el uso del automóvil privado. Una persona en su carro privado necesita 20 veces el espacio en vías públicas que ocupa quien se transporte en bus, 30 veces el espacio que necesita el ciclista y 75 veces el que utiliza el peatón. Puesto que en la ciudades colombianas tan solo una minoría de las familias posee carro, tiene sentido económico reorientar cuanto antes el desarrollo urbano pensando en la gente, no en los carros. Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) pueden ser un instrumento efectivo para el rediseño urbano orientado a reducir los tiempos de movilización y a facilitar un mejor uso de las capacidades laborales y el *knowhow* colectivo.

Finalmente, es necesario aprovechar el potencial de las megaciudades, fomentando la cooperación entre sus municipios. Un área obvia de cooperación es la relativa a la movilidad. El caso de Bogotá merece especial atención. Bogotá D.C. recibe por tierra diariamente unas 150.000 personas. Aproximadamente la mitad son viajeros regulares que van a la capital por razones de trabajo. Quienes vienen de Soacha, Chía, Funza, Cota o Mosquera, municipios relativamente bien conectados a la ciudad, gastan en promedio 50 minutos diarios para llegar a sus trabajos y otro tanto para regresar. Quienes vienen de otros lugares gastan en cada dirección una hora y media en promedio (Coscia, Neffke y Lora, 2015). Este desperdicio diario de capacidades productivas no tendría por qué ocurrir, pues el número de viajeros que recibe la capital es verdaderamente pequeño: no llega a 2% de la población residente de la ciudad. En condiciones geográficas mucho más difíciles, la isla de Manhattan, con una población de 1,6 millones, recibe a diario 2,3 millones de viajeros. La misma Bogotá D.C. moviliza diariamente en el Transmilenio a dos millones de personas.

La movilidad es solo uno de los problemas comunes que requerirían una mejor coordinación entre las principales ciudades y sus municipios satélites para aprovechar el potencial conjunto de generación de empleo formal. Las estrategias de diversificación inteligente de las ciudades deberían cubrir, no cada municipio por separado, sino todo el conjunto de municipios que conforman cada ciudad (dentro de un radio de tiempos de movilización de hasta 75 minutos aproximadamente, como hemos visto). Estas estrategias tendrían que contemplar las inversiones en infraestructura de vías, servicios de energía y muchas otras actividades que deben ser coordinadas para facilitar las iniciativas empresariales que podrían tener más éxito en los municipios satélites. La conformación de áreas metropolitanas se rige por una lista de procedimientos establecidos en la Ley 1225 de 2013, que concluye con la aprobación en consulta popular. Existen legalmente solo seis áreas metropolitanas, cuando por lo menos debería haber 19 según los estudios de Duranton y los resultados que he presentado en esta ponencia.

En conclusión, cuando se ve el problema de la (in)formalidad laboral con ojos nuevos, se abre una gama muy amplia de posibilidades de política que pasan fácilmente desapercibidas para quienes consideran que la informalidad solo puede corregirse eliminando regulaciones, reduciendo el salario mínimo, desmontando prestaciones sociales y concentrando en el IVA todo el esfuerzo de la recaudación tributaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bettencourt, L.M.A., et.al. 2007. "Growth, Innovation, Scaling, and the Pace of Life in Cities," *Proceedings of the National Academy of Science* 104: 7301-6.

Bettencourt, L.M.A., et.al. 2010. "Urban Scaling and Its Deviations: Revealing the Structure of Wealth, Innovation and Crime Across Cities," *PloS ONE* 5(11): e13541.

Consejo Privado de Competitividad y Universidad del Rosario. 2013. *Indice Departamental de Competitividad 2013*. Bogotá.

Coscia, M., F. Neffke and E. Lora. 2015. "Report on the 'Población Flotante' de Bogotá", CIDResearch Fellow and Graduate Student Working Paper No. 67: [http://growthlab.cid.harvard.edu/files/growthlab/files/rf\\_wp\\_67.pdf](http://growthlab.cid.harvard.edu/files/growthlab/files/rf_wp_67.pdf)

Duranton, G. 2013. "Delineating metropolitan areas: Measuring spatial labour market networks through commuting patterns." Processed, Wharton School, University of Pennsylvania.

Fields, G. 1975. "Rural-urban migration, urban unemployment and underemployment, and job-search activity in LDCs". *Journal of Development Economics*, 2 (2), 165-187.

Hausmann, R., Hidalgo, C. 2011. "The Network Structure of Economic Output. *Journal of Economic Growth*, 16, 309-342.

Hidalgo, C., Hausmann, R. 2009. "The Building Blocks of Economic Complexity". Proc National Academy of Sciences, USA 106 (26), 10570-10575.

Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A.-L., Hausmann, R. 2007. "The product space conditions the development of nations." *Science*, 317, 482-487.

Jacobs, J. 1969. *The Economy of Cities*. Random House, New York.

Kugler, A., M. Kugler and L.O. Herrera Prada. 2017. "Do Tax Breaks Stimulate Formality? Evidence from Colombia's Reform", NBER Working Paper No. 23308.

Levy, S. 2010. *Good Intentions, Bad Outcomes: Social Policy, Informality, and Economic Growth in Mexico*. Brookings Institution Press.

Lora, E. 2015. "Déficit de Técnicos y Tecnólogos", Foco Económico: <http://focoeconomico.org/2015/05/19/deficit-de-tecnicos-y-tecnologos-en-colombia/>.

Marshall, A. 1890. *Principles of Economics*. Macmillan, Londres.

McAfee, Andrew and Erik Brynjolfsson. 2017. *Machine Platform Crowd: Harnessing our Digital Future*, W.W. Norton & Company: New York, London.

Montgomery, C. 2013. *Happy City: Transforming Our Lives Through Urban Design*, Farrar, Straus and Giroux, New York.

Morales, L.F. and C. Medina. 2016. "Assessing the Effect of Payroll Taxes on Formal Employment: The Case of the 2012 Tax Reform in Colombia". *Borradores de Economía* Núm. 971.

O'Clery, N., and E. Lora. 2016. "City Size, Distance and Formal Employment", Research Fellow and Graduate Student Working Paper No. 77:  
[http://growthlab.cid.harvard.edu/files/growthlab/files/citysize\\_rfw77.pdf](http://growthlab.cid.harvard.edu/files/growthlab/files/citysize_rfw77.pdf)

O'Clery, N., A. Gómez-Liévano and E. Lora. 2017. "The Path to Labor Formality: Urban Agglomeration and the Emergence of Complex Industries".

West, Geoffrey. 2017. *Scale: The Universal Laws of Growth, Innovation, Sustainability, and the Pace of Life in Organisms, Cities, Economies, and Companies*. Penguin Press, New York.

## Apéndice 1. Formulación matemática de los indicadores de complejidad

En este apéndice se presentan la formulación matemática de los indicadores de complejidad que se mencionan en el texto de la ponencia. Los valores de estos indicadores que se presentan en los gráficos y que se usan en las regresiones utilizan información de empleo formal de todos los sectores de actividad económica, sean bienes o servicios (CIU-AC, Rev. 3, 4 dígitos, según datos de la PILA).

En las ecuaciones que siguen el subíndice  $c$  indica ciudades y el subíndice  $p$  indica sectores productivos. Para simplificar la notación no se utiliza subíndice por año, pero todos los cálculos aplican para 2008 o 2013, según se menciona en el texto.

### *Cálculo de ventajas comparativas reveladas*

Se parte de que el empleo por sector productivo en cada ciudad está dado por la matriz:

$$X_{cp}$$

A partir de esta matriz de datos de empleo se pueden generar agregados a nivel de ciudad, sector o total para todo el país:

$$\begin{aligned} X_c &= \sum_p X_{cp} \\ X_p &= \sum_c X_{cp} \\ X &= \sum_c \sum_p X_{cp} \end{aligned}$$

A partir de estas medidas se calcula la Ventaja Comparativa Revelada ( $RCA$ , por sus siglas in inglés) para cada ciudad en cada sector:

$$RCA_{cp} = \frac{X_{cp}/X_p}{X_c/X}$$

Una precisión relevante es que el cálculo del  $RCA$  utiliza al total del país como referencia (no solo las 62 ciudades). De esta forma, si se quiere, los cálculos pueden extenderse a municipios más pequeños.

### *Cálculos de diversidad y ubicuidad*

La matriz de los  $RCA$  se transforma en una matriz binaria dependiendo de si los valores son mayores o menores a uno.

$$M_{cp} = \begin{cases} 1 & RCA_{cp} \geq 1 \\ 0 & RCA_{cp} < 1 \end{cases}$$

Esta matriz indica qué sectores son relativamente grandes en cada ciudad. Con esta matriz se construyen los indicadores de diversidad de cada ciudad y de ubicuidad de cada sector (es decir, el conteo de cuántos sectores son relativamente grandes en cada ciudad, y cuántas ciudades tienen empleos relativamente grandes en cada sector). Por consiguiente, la diversidad de las ciudades y la ubicuidad de los sectores son:

$$k_{c,0} = \sum_p M_{cp} \quad k_{p,0} = \sum_c M_{cp}$$

### *Cálculo de la complejidad de los sectores y las ciudades*

Una medida de la complejidad de una ciudad es el promedio ponderado de la diversidad de sus sectores en los que tiene ventaja comparativa revelada mayor que uno, donde las ponderaciones son las ubicuidades de esos sectores. Análogamente, la complejidad del sector puede medirse como el promedio ponderado de la ubicuidad del sector, donde las ponderaciones son las diversidades de las ciudades que tienen esos sectores con ventaja comparativa revelada mayor que uno. Este método puede extenderse para ponderar nuevamente en una etapa siguiente la ubicuidad por la diversidad y viceversa, y así sucesivamente. Por consiguiente, usando el método de reflejos se llega a las medidas siguientes:

$$\begin{aligned} k_{c,n} &= \frac{1}{k_{c,0}} \sum_p M_{cp} \frac{1}{k_{p,0}} \sum_{c'} M_{c'p} k_{c',n-2} \\ &= \sum_{c'} k_{c',n-2} \sum_p \frac{M_{c'p} M_{cp}}{k_{c,0} k_{p,0}} \\ &= \sum_{c'} k_{c',n-2} \tilde{M}_{c,c'}^C \end{aligned}$$

Donde:

$$\tilde{M}_{c,c'}^C \equiv \sum_p \frac{M_{c'p} M_{cp}}{k_{c,0} k_{p,0}}$$

Utilizando notación de vectores, esto puede expresarse de la siguiente manera:

$$\vec{k}_n = \tilde{M}^C \times \vec{k}_{n-2}$$

Cuando  $n \rightarrow \infty$  tenemos la siguiente expresión:

$$\tilde{M}^C \times \vec{k} = \lambda \vec{k}$$

Donde  $\vec{k}$  es un eigenvector de  $\tilde{M}^C$ .

Se toma como Índice de Complejidad Económica de la Ciudad (*ECI*) al segundo mayor eigenvector de  $\tilde{M}^C$ , y como Índice de Complejidad Económica del Sector (*Ci*) al segundo mayor eigenvector de  $\tilde{M}^P$ . El *ECI* de una ciudad es matemáticamente idéntico al promedio de los *Ci* de los sectores en los que la ciudad tiene  $RCA > 1$ .

#### *Cálculos de similitud del knowhow entre sectores*

La similitud del *knowhow* entre dos sectores cualesquiera (i,j) es una medida de qué tanto comparten una misma mezcla de trabajadores, y se calcula a partir de los flujos de trabajadores entre esos dos sectores (información que se obtiene de la PILA, ya que cada trabajador tiene un identificador que permite seguirlo en el tiempo aun cuando cambie de empresa o de sector). Dos sectores tienen similitud de *knowhow* en la medida en que los flujos de trabajadores entre esos dos sectores superan lo que cabría esperar si tales flujos fueran totalmente aleatorios. Formalmente:

$$S_{i,j} = \frac{\phi_{i,j} / \sum_j \phi_{i,j}}{\sum_i \phi_{i,j} / \sum_{i,j} \phi_{i,j}}$$

donde  $\phi_{i,j}$  es el número de trabajadores que pasan del sector i al sector j en un período. Aunque esta es una matriz asimétrica, se convierte en simétrica promediándola con su transpuesta y reescalándola (entre -1 y 1) mediante la siguiente operación:

$$A_{i,j} = \frac{S_{i,j} + S_{j,i} - 2}{S_{i,j} + S_{j,i} + 2}.$$

Los valores positivos de esta matriz indican que hay similitud tecnológica, y en qué medida (hasta el máximo de 1).

#### *Cálculos de la complejidad potencial de cada ciudad*

Finalmente, la complejidad potencial de una ciudad es una medida de la complejidad ponderada promedio de los sectores en los que una ciudad no tiene aún ventaja comparativa revelada, donde las ponderaciones son las similitudes de *knowhow* de todos los sectores que sí existen en la ciudad. Matemáticamente se define como:

$$CP_c = \frac{1}{|M_c|} \sum_{i \in M_c} d_{c,i} C_i,$$

donde  $M_c$  es el conjunto de sectores con ventaja comparativa revelada menor que 1 en la ciudad,  $C_i$  es la complejidad del sector (como ya vimos), y  $d_{c,i}$  es una medida de densidad de :

$$d_{c,i} = \frac{\sum_{j \in N_c} A_{i,j}}{\sum_j A_{i,j}}.$$

donde  $N_c$  es el conjunto de sectores que sí tienen ventaja comparativa revelada mayor que 1.

## Apéndice 2. Regresiones del cambio en la tasa de empleo formal (entre 2008 y 2013) en las ciudades colombianas en función de la complejidad potencial (en 2008) y diversas variables de control

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Log Complexity Potential		0.031** (0.013)		0.059*** (0.016)	0.052*** (0.012)	0.060*** (0.015)	0.053*** (0.014)	0.053*** (0.013)
Log working age pop 2008			0.002 (0.007)	-0.015** (0.007)	-0.009* (0.004)	-0.014** (0.006)	-0.012** (0.006)	-0.008 (0.005)
Log GDP per capita 2011			0.017** (0.008)	0.013* (0.007)	-0.013 (0.009)	0.005 (0.009)	0.007 (0.008)	-0.014 (0.009)
Binary oil: one well/1000					0.074** (0.028)			0.069*** (0.022)
Govt spending pc						0.024 (0.015)		0.014 (0.013)
Sectoral demand							1.017 (0.667)	-0.333 (0.488)
Formality rate 2008	0.171** (0.072)	0.082 (0.090)	0.088 (0.121)	0.103 (0.089)	0.109 (0.068)	0.129 (0.092)	-0.174 (0.162)	0.204 (0.159)
Constant	0.027*** (0.007)	0.128*** (0.047)	-0.141 (0.088)	0.262** (0.109)	0.401*** (0.117)	0.311** (0.132)	0.266** (0.115)	0.402*** (0.117)
Observations	62	62	62	62	62	61	62	61
R-squared	0.131	0.208	0.193	0.340	0.488	0.410	0.377	0.506

Robust standard errors in parentheses  
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Table 1: Regressions for the change in the formality rate (ratio of formal employment to working age population) between 2008 and 2013 for Colombian cities. Explanatory variables include complexity potential in 2008, the working age population in 2008, GDP per capita in 2011 (as it is not available for earlier years) and the formal occupation rate in the base year 2008. Also tested is the influence of exogenous demand shocks facing cities: due to the presence of the oil industry, to government expenditure changes and to nationwide sectoral shocks. We observe that complexity potential is a robust determinant of formal employment changes.

Fuente: O'Clery, Gómez Liévano y Lora (2017).