Estimación de oferta de médicos especialistas en Colombia 1950-2030
Anexo metodológico

Dirección de Epidemiología y Demografía
Dirección de Talento Humano en Salud

Paul Rene Ocampo Tellez
Diego Antonio Restrepo Miranda
Diego Alberto Cuéllar Ortiz

Bogotá, Agosto de 2018

1. Introducción

En la última década ha existido un aumento en la cobertura del sistema de salud en Colombia, y por lo tanto también se ha observado un aumento en la demanda y por atención en las diferentes especialidades. Para el Ministerio de Salud y Protección Social, y para el sistema de salud en Colombia, es vigente y pertinente la discusión sobre políticas públicas, para lograr un aumento en la oferta de especialistas médicas y sobre tasas razonables o adecuadas de especialistas por habitantes y por grupos de especialidades médicas.

Sin embargo la primera dificultad en este ejercicio es la no disponibilidad de registros que permitan medir fenómenos como la migración de profesionales, la muerte prematura, la jubilación o retiro de profesionales médicos. Situación que no permite tener información certera de cuantos especialistas médicos se encuentran ejerciendo.

Se tienen antecedentes de ejercicios de estimación de la oferta de especialistas médicos en Colombia, CENDEX, de la Universidad Javeriana, "Estudio de disponibilidad y distribución de la oferta de médicos especialistas, en servicios de alta y mediana complejidad en Colombia".

También la publicación del Ministerio de salud y CENDEX, "Recursos humanos de la Salud en Colombia 2008". Estas dos publicaciones usan una metodología similar, consistente en para año tomar los egresados de instituciones de educación superior en programas de especialización médica, agregar los títulos homologados obtenidos en el exterior, y restar una estimación de los que emigraron, de los que se pensionaron y de los que murieron. Un modelo de inventario.

En este trabajo se presenta, una mejoría a esta metodología para usar la ecuación de inventario agregándole una matriz vida, que permite tener una medición de sensibilidad y una estimación más certera de los retiros y de la mortalidad. Al mismo tiempo que le permite al Ministerio de Salud y Protección Social, contar la actualización de la estimación anual, con metodologías propias.

En la Dirección de Epidemiologia y Demografía, desarrolló esta estimación en conjunto con la Dirección de Talento Humano en Salud.

2. Información existente y fuentes usadas y normalización

A continuación se presentan las fuentes de registros administrativos que aportan información relevante sobre el tema, se describen los datos para la fecha de inicio de la estimación y finalmente se evidencia cómo fueron usados.

2.1 Sistema Nacional de Información para la Educación Superior SNIES

Fuente de información creada y administrada por el Ministerio de Educación. Esta fuente es de consulta pública, de ella se extrajo la cantidad de egresados de 238 programas de especializaciones o especialidades en medicina, desde el año 2001 al 2015, en el Observatorio Laboral, en el anexo A se presenta la tabla de datos.

2.2 De la publicación de Ministerio de Salud y Cendex, se encuentran reportes de existencias de especialistas egresados de 34 especialidades y subespecialidades, desde el 1980. Se presenta en el anexo A.

2.3 En el sistema de información de SNIES, se encontraron también la cantidad de títulos de especialidad o especialistas médicos homologados.

2.4 Codificación de programas de especialización y especialidad médica del Ministerio de Salud y Protección Social

El MSPS, realiza un proceso de codificación de los programas de especialización y especialidad médica, este proceso diferencia las especialidades de las subespecialidades, y conjuntamente con la Dirección de Talento Humano en Salud, se agruparon en series únicas para las 2 fuentes de existencias o ingresos, en series únicas para especialidades codificadas, descontando las subespecialidades. Esta normalización de datos de diferentes fuentes, se realizó usando los nombres de las especializaciones en las diferentes fuentes. En el Anexo A, se presenta resultado de ejercicio de normalización.

3 Algoritmo de estimación media y análisis de Sensibilidad

3.1 Estimación media

La idea de esta estimación con su análisis de sensibilidad, es similar a la documentada en las publicaciones referenciadas en la introducción que resulta ser el camino natural para esta estimación. Esto es usar la ecuación de inventarios, (ecuación de stocks), que funciona con la lógica de inventarios de bodega, para cada periodo hay, unas existencias, unos ingresos y unos egresos. En este ejercicio de estimación se usó la ecuación de stocks, y se le agregó una modificación denominada matriz de vida, que se explicará más adelante.

Así, para la estimación media de la cantidad de especialistas en cada una de las especialidades codificadas, se tiene un dato inicial de la cantidad de especialistas existentes, y en cada año se agrega la cantidad de egresados graduados de en ese programa en el año anterior, la cantidad de profesionales médicos que homologaron un título de especialización en este programa en el año anterior y se resta una estimación de la cantidad de profesionales con título en esta especialización que se estima emigraron, y por lo tanto dejaron de ejercer en Colombia, se resta una estimación de la cantidad de especialistas médicos se estima murieron en el año anterior, y finalmente se resta una estimación, de la cantidad de especialistas médicos se estima se pensionaron o se retiraron del ejercicio.

A continuación se presenta detalles de cada uno de estos ingresos y egresos estimados.

- **Graduados**, esta no es una estimación surge directamente de las fuentes SNIES, para el año 2001 en adelante y se usaron las tablas de las publicaciones mencionadas. Para años anteriores.

- **Homologados,** esta no es una estimación se usa directamente de la fuente SNIES, se tienen datos desde 2001.

- **Migración,** esta corresponde a una estimación, y se usa la tasa neta de emigración nacional, con esta se obtiene el número absoluto estimado de especialistas que se resta de los graduados y homologados. Por supuesto que esta estimación no considera particularidades de la profesión, que puede llegar a cambiar sustancialmente la estimación, por esta razón que se agrega un análisis de sensibilidad en esta misma estimación se realiza un análisis de sensibilidad, modificando este parámetro.

- **Mortalidad,** esta corresponde a una estimación en donde se usan las tasas de mortalidad nacional, para este ejercicio de estimación, se usaron la tasa de mortalidad para personas con edades entre 25 a 64 años y la tasa de mortalidad de 65 años y más. Para discriminar a partir de cada año cronológico, se empieza aplicar la tasa de mortalidad de 65 años y más, dado que las fuentes, para la estimación de la cantidad de especialistas médicos no se reporta la edad de los egresados de las especializaciones, por lo tanto no se tiene la edad promedio de los

egresados de la especialidad médica en cada uno de los años considerados, luego por lo anterior, se decidió tomar 30 años después de egresado del programa de especialización, como un parámetro para empezar a aplicar la tasa de mortalidad de 65 o más años.

- **Jubilación** esta corresponde a una estimación donde se usa una tasa de jubilación por mil habitantes con 55 o más años. Se estimó una tasa de nuevos pensionados, dado que no se encontraron publicaciones que reportaran cuantos pensionados nuevos se integran a la lista de pensionados cada año en Colombia. Se plantea tomar la cantidad de pensionados reportados por el Censo de población 2005, y reportes de la cantidad de pensionados en el año 2011 y 2017, como se detallara más adelante.

En Colombia, la edad de retiro desde 2003 hasta el 2014, para mujeres era de 55 años y de 60 para hombres, a partir del 2014, esta edad de pensión se ajustó a 57 años para mujeres y 62 para hombres. Antes de 2003 y desde 1994, con la aprobación de la ley 100 de 1993, se establece como edad de pensión 55 años para mujeres y 60 para hombres, pero se estableció un régimen de transición que permitió, gradualmente pensionarse a los 50 años de edad para mujeres y 55 para hombres, a algunos cotizantes. Este régimen de transición fue gradualmente aumentando la edad de pensión desde el 2011, hasta el 2014. Antes de 1994, existían múltiples regímenes e instituciones que otorgaban pensiones de vejez, con edades de pensión diversas.

De otro lado, en Colombia, solo el 23% de las personas en edad de recibir una pensión recibe una pensión de vejez. Se estima que para 2017, existían en Colombia 1.9 millones de pensionados, que representan el 3,85% de toda la población. Y para el año 2005, según el censo Colombia contaba con 1.3 millones de pensionados, y estos representaban 3,03% de la población para el 2005. Para el 2011 se encontraron en Colombia 1.48 millones de pensionados. Es decir, en el transcurso de 12 años se aumentó en este porcentaje en 0.82 puntos básicos, es decir en promedio se presentaron 50 mil nuevos pensionados cada año, con una variación de entre 30 mil nuevos pensionados por a año a 84 mil.

Así, para los años 2003 y 2016, la edad promedio de pensión para hombres y mujeres varia 55 y 57,5 años, luego se tomara, para construir una tasa de nuevos pensionados por año, personas de 55 o más años, la misma tasa para hombres y mujeres, por cada mil habitantes en Colombia con esta edad.

Tabla n0.1

Tasa estimada de nuevos pensionados por año.

Año	Tasa de nuevos pensionados por año, por mil habitantes de 55 o más años, ambos sexos
2006	5,5
2007	5,3
2008	5,1
2009	5,0
2010	4,8
2011	4,6

2012	12,4
2013	12,0
2014	11,5
2015	11,1
2016	10,7

Fuente: Cálculos propios Dirección de Epidemiologia y Demografía

La tasa de retiro específica, se aplica en la estimación después de 30 años de ejercicio de la especialidad médica. Para antes del 2006, se aplicó un decrecimiento del 2% por año en la tasa y se calculó hasta el año 1980. En el siguiente aparte se presenta el algoritmo de estimación y de sensibilidad.

3.2 Metodología Algoritmo

El ejercicio de estimación se realizó para la serie de años desde 1950 hasta 2030, aplicando la ecuación de inventarios en cada año, para cada especialización. Para esto se conformó una matriz cuadrada de tamaño 2030-1950. Se trata de una matriz triangula superior, con unos en la identidad.

En lo que sigue se presenta el algoritmo de estimación

Definiciones:
Sea
P : número total de programas de especialización medica codificados, no subespecialidades.
$A = 2015 - 1950 + 1 = 65$
$F = 2030 - 1950 + 1 = 80$
$i = 1, \dots, A$
$n = 2015 - 1974 = 42$
$l = 42, 43, 44, \dots, 56 = L$ equivalente a los años 1974, 1975, …, 2030
Note que $L + A = F$

TMJ_i tasa de mortalidad nacional de 25 a 64 años en Colombia para el año i
TMA_i tasa de mortalidad nacional de 65 años o más en Colombia para el año i
TE_i tasa de emigración nacional para el año i
TJ_i tasa de Jubilación en Colombia
$\alpha_i = TMJ_i + TE_i + TJ_i$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \\ 1 & 2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & n-1 \end{bmatrix}_{Ax2}$$

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} 1 & n \\ 1 & n+1 \\ 1 & n+2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & L \end{bmatrix}_{Lx2}$$

$\hat{B}_{Lx2} = \begin{bmatrix} \hat{b}_{1,0} & \hat{b}_{1,1} \\ \hat{b}_{2,0} & \hat{b}_{1,1} \\ \vdots & \vdots \\ \hat{b}_{L,0} & \hat{b}_{1,L} \end{bmatrix}$ interceptos y pendientes estimados de regresión para cada especialización.

$G = \begin{bmatrix} g_{1,1} & \cdots & g_{1,A} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{P,1} & \cdots & g_{P,A} \end{bmatrix}_{PxA}$ Cada fila corresponde a una especialización, cada columna corresponde a un año, en cada entrada están las existencias o graduados en cada año.

H= $\begin{bmatrix} h_{1,1} & \cdots & h_{1,A} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{P,1} & \cdots & h_{P,A} \end{bmatrix}_{PxA}$ Cada fila corresponde a una especialización, cada columna corresponde a un año, en cada entrada es la cantidad de títulos homologados, las columnas anteriores a 2001, sus entradas son cero.

Luego construya la matriz Vida, V, así

$$v_{ij} = \left\{ \begin{matrix} 1 & si\ i = j \\ 0 & si\ i < j \\ (1-\alpha_1)(1-\alpha_2)\dots(1-\alpha_{j-1}) & si\ (i<j)\ \&\ (j-i \leq 29) \\ (1-\alpha_1)(1-\alpha_2)\dots(1-\alpha_{j-1})(1-TMA_{j-1}) & si\ (i<j)\ \&\ (30 \leq j-i \leq 40) \\ 0 & si\ (i<j)\ \&\ (j-i > 40) \end{matrix} \right\}_{1 \leq i,j \leq 81}$$

$$V_{AxA} = \left[v_{ij} \right]_{1 \leq i,j \leq 81}$$

Otra forma de definición recursiva de v_{ij} es

$v_{11} = 1$
$v_{12} = b_{11}(1-\alpha_1)$
$v_{1j} = b_{1j-1}(1-\alpha_{j-1})$ si $(j-1 \leq 29)$
$v_{1j} = b_{1j-1}(1-\alpha_{j-1})(1-TMA_{j-1})$ $si\ (1<j)\ \&\ (30 \leq j-1 \leq 40)$
$v_{1j} = 0$ $si\ (1<j)\ \&\ (j-1 > 40)$

Y luego

$v_{ij} = 0$ $si\ i > j$
$v_{ij} = 1$ $si\ i = j$
$v_{ij} = b_{ij-1}(1-\alpha_{j-1})$ $si\ (i<j)\ \&\ (j-i \leq 29)$
$v_{ij} = b_{ij-1}(1-\alpha_{j-1})(1-TMA_{j-1})$ $si\ (i<j)\ \&\ (30 \leq j-i \leq 40)$
$v_{ij} = 0$ $si\ (i<j)\ \&\ (j-i > 40)$

La idea de esta matriz es que las filas, represente el año de grado de la especialización médica, y cada columna representa los años que han transcurrido de que se graduó de la especialización médica.

Así

$$\left(\breve{H}+\breve{G}\right)_{PxA} = (H+G)_{PxA}\, V_{AxA}$$

la matriz $\left(\breve{H}+\breve{G}\right)_{PxA}$ entrega la cantidad de especialistas graduados u homologados acumulados por año, por especialidad desde 1950 hasta el 2015, realizando los descuentos considerados.

Se agregan proyecciones lineales, regresiones lineales- con intercepto de la cantidad de graduados y de homologados, desde 1975 a 2016

Así, la siguiente multiplicación matricial entrega la existencia acumulada de especialistas por especialidad en cada año.

Desde 1950 hasta 2016, se descontó la estimación de especialistas muertos, con tasas de mortalidad de 25 a 64 años, y luego de 30 años de ejercicio se le agrega un descuento usando la tasa de mortalidad de 65 o más años, más un descuento por tasa de jubilación y luego de 40 años de ejercicio, se aplica el umbral de retiro definitivo y finalmente se descuenta por la tasa de emigración.

Para los años 2016 a 2030, se aplica el mismo procedimiento anterior pero en una proyección lineal, así

$$\left(\hat{H}+\hat{G}\right)_{PxL} = (H+G)_{PxA}\, X_{Ax2}\left(X'X\right)^{-1}_{2x2}\tilde{X}'_{2xL}$$

donde $\hat{H}+\hat{G}$, son las proyecciones lineales de la cantidad de especialistas graduados mas homologados

Note que

$$\hat{B}_{Px2} = (H+G)_{PxA}\, X_{Ax2}\left(X'X\right)^{-1}_{2x2}$$

Es la estimación de los interceptos y pendientes para cada especialidad.

Luego,

$$\left(\breve{\hat{H}}+\breve{\hat{G}}\right)_{PxL} = \left(\hat{H}+\hat{G}\right)_{PxL} V_{LxL}$$

Finalmente, concatenar las matrices

$$\left[\left(\breve{H}+\breve{G}\right)_{PxA} \;\middle|\; \left(\breve{\hat{H}}+\breve{\hat{G}}\right)_{PxL}\right]_{PxF}$$

Que contiene la estimación de la cantidad de especialistas médicos, laborando en Colombia desde 1950 hasta 2030.

Es decir, en prosa, el algoritmo lo que hace es usar la ecuación de inventarios, que se aplica a datos existentes hasta 2015, y a proyecciones lineales en el periodo 2016 a 2030, para luego aplicar descuentos por mortalidad, emigración, retiro, retiro definitivo, conformados en la matriz vida que se aplica después de usar la ecuación de inventarios.

El algoritmo está escrito en forma matricial, en el anexo B, se presenta el código escrito en el lenguaje R, el código de

3.3 Análisis para rangos de sensibilidad de cada una de las tasas.

En el numeral 3.1, se estableció el algoritmo para la estimación media, produciendo estimaciones para cada especialidad o especialización codificada por año, desde 1970 hasta 2030. Sin embargo como se ha mencionado en apartes anteriores las tasas de mortalidad, de retiro, de jubilación y de migración, no son específicas para profesionales del sector, por lo cual es natural intuir que algunas tasas son superiores como la de emigración y otras son inferiores como las de jubilación o mortalidad.

La alternativa que se implementó, para darle fortaleza a esta estimación es realizar un análisis de sensibilidad y generar intervalos sensibles del 5% al 95%, que permiten tener estimaciones cual sería la estimación de la cantidad de los especialistas si las tasas reales fueran más altas o más bajas.

Para esto es necesario definir para cada parámetro un rango o un intervalo de sensibilidad o variación que es el que se usara en el análisis de sensibilidad. El procedimiento del análisis de sensibilidad consiste en realizar los siguientes pasos para 10 mil iteraciones, seleccionar aleatoriamente un vector de cada una de las tasas para todos los años 1950 a 2030, con una distribución uniforme en el rango de sensibilidad, y luego realizar el procedimiento de estimación media con estas tasas.

En el siguiente aparte se presentan los rangos de variación para las tasas de mortalidad, jubilación, y inmigración y la justificación de cada uno de los rangos. Para esto se buscaran referencias de tasas internacionales y se tomaran referencias a registros administrativos.

3.3.1 Mortalidad de 25 a 64 años y de 65 y más años

Consideraciones

Las tasas de mortalidad general en el mundo oscilan entre 15 muertes por mil habitantes, es decir 0.015 muertes por vida es la máxima. Y la más baja, se encuentra en 5 por mil habitantes, es decir 0.005 por caso, para el 2016. Colombia, reporta una tasa de 6 por mil habitantes Fuente wwww.indexmundi.com.

Las tasas de mortalidad adulta entre 15 y 60 años, tasa por mil habitantes, reportada al banco de datos de la OMS, Colombia se encuentran entre 723 por mil habitantes y 49 por mil habitantes para los años 2000 y 2015 (Banco de Datos OMS).

La tasa mortalidad en adultos para Colombia se encuentra entre 167 por mil habitantes y 144 por mil habitantes, para los años 2000 y 2016.

La tasa de mortalidad de 25 a 64 años, para Colombia, entre 3.2 y 2.7 por mil habitantes para los años 2005 y 2016. Y la tasa de mortalidad para 65 y más años, la máxima entre 37.9 y 36.1 por mil habitantes.

Así se considera un rango de variación para la tasa de mortalidad de 25 a 64 años de [1.4 - 4.2] y para la tasa de mortalidad de 65 o más años, [18.5 – 55.5]

3.3.2 Tasa de inmigración nacional

Primero es importante notar que se conoce una tasa de salida de profesionales en salud a otros países. La entrada de profesionales, puede tener alguno nivel de registro en sistemas administrativos, como las asociaciones de profesionales y la homologación de títulos en medicina. Sin embargo no ocurre lo mismo para la emigración de profesionales.

Para la tasa de emigración, en el mundo la tasa de migración neta, por mil habitantes encontramos a Qatar con una tasa migratoria neta de 15 por mil habitantes, España con una tasa migratoria neta de 8 por mil habitantes, entre los países con tasas migratorias negativas más grandes encontramos a Puerto Rico con -17 por mil habitantes, El salvador con -8 por mil habitantes. Para este caso se puede considerar un intervalo de variación asimétrico es decir una tasa de inmigración más alta que la de emigración, Colombia reporta una tasa migratoria neta -1.2; por lo anterior se considera un intervalo de variación de tasa migratoria de [-8 ; 0] en tasa por mil habitantes.

3.3.3 Tasas de jubilación

Para la tasa de jubilación específica estimada, presentada en el punto 3.3.8, se usará un rango de variación para el análisis de sensibilidad se usara el siguiente rango de [2.9; 22] para la tasa de por mil habitantes de 55 o más años. Esto significa que en una tasa de 2.9 tendríamos 15 mil nuevos pensionados por año, y como límite superior 15, equivalente a 109 mil nuevos pensionados por año.

3.3.4 Tasa de retiro y umbral de retiro definitivo

Sin embargo, durante la simulación con la elaboración de la matriz de vida, se puso en evidencia que después de 40 años de servicio estimado, luego de recibir el título de especialización o el título de médico profesional, según la estimación un porcentaje superior al 50% de los egresados que completaban 40 años en ejercicio de su especialidad, continuaban ejerciendo. Por esta razón se introdujo un parámetro adicional que consiste en establecer una duración máxima en años después del grado de especialización o del título profesional, que denominaremos *Umbral de retiro definitivo*.

Para la estimación media, se tomó 40 años como plazo máximo de ejercicio después de obtener el grado de especialización médica. Y se tomara un rango de variación de entre [35 –45] años.

Adicionalmente, se adiciono un parámetro para establecer a partir de qué año se aplica la tasa de mortalidad de 65 o más años. Este parámetro se establece en términos del número de años, después de egresado de la especialización médica. Para la estimación media se usó 30 años como umbral, y se propone un rango de variación de [28 40] años.

3.4 Simulación de sensibilidad

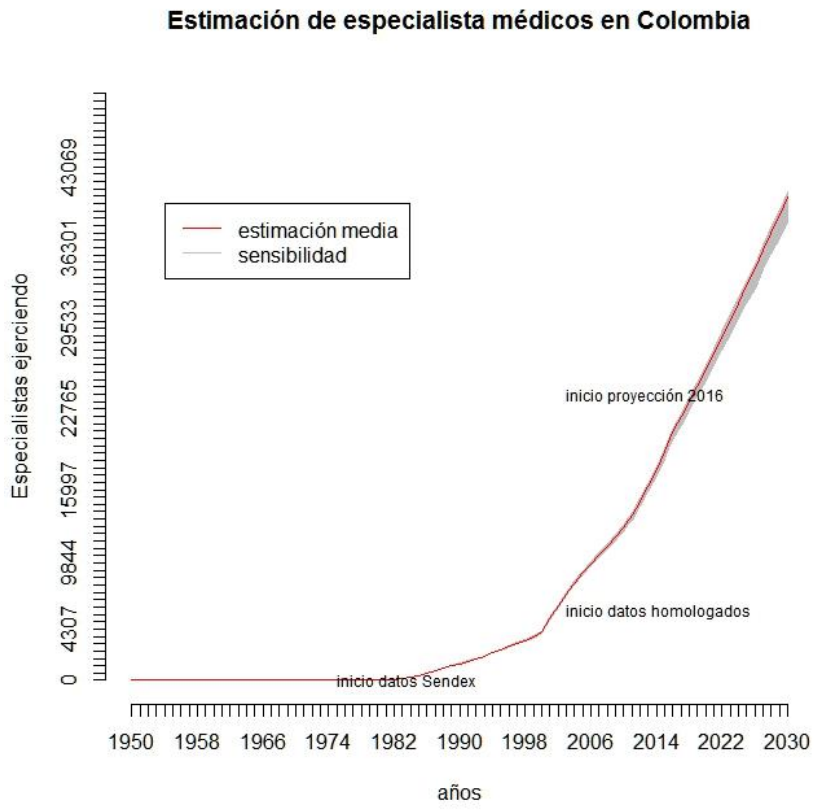
Se corrió una simulación con 10 mil iteraciones donde aleatoriamente se seleccionaba un valor para cada parámetro, tasa de jubilación, tasa de inmigración y tasas de mortalidad, y con este vector de parámetros se aplicó el algoritmo de estimación media, produciendo una nueva estimación que la cantidad de especialistas, repitiendo este proceso en cada una de las iteraciones.

3 Resultados

Los resultados se presentaran agregadas todas las especialidades y por especialidad médica, en las gráficas se detallan las cantidades estimas por especialidad para los años 2017 y 2030.

Gráfica del análisis de sensibilidad, en esta grafica no se incluye las subespecialidades o las especialidades no codificadas, tampoco las especialidades de enfermería.

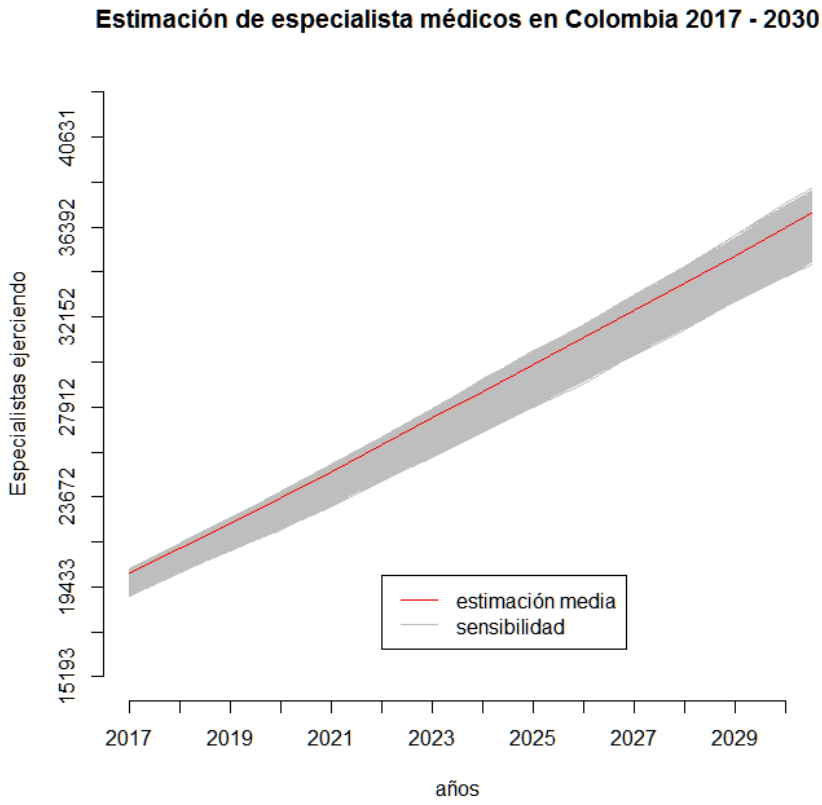
Gráfica No. 1 Estimación de la cantidad de especialistas 1950-2030 (todas las especialidades agregadas)



Fuente: Cálculos propios Dirección de Epidemiología y Demografía

En una gráfica sobre los años 2017 a 2030, se ve de la siguiente forma.

Gráfica No.2 Estimación de la Cantidad de Especialistas 2017-2030 (todas las especialidades agregadas)



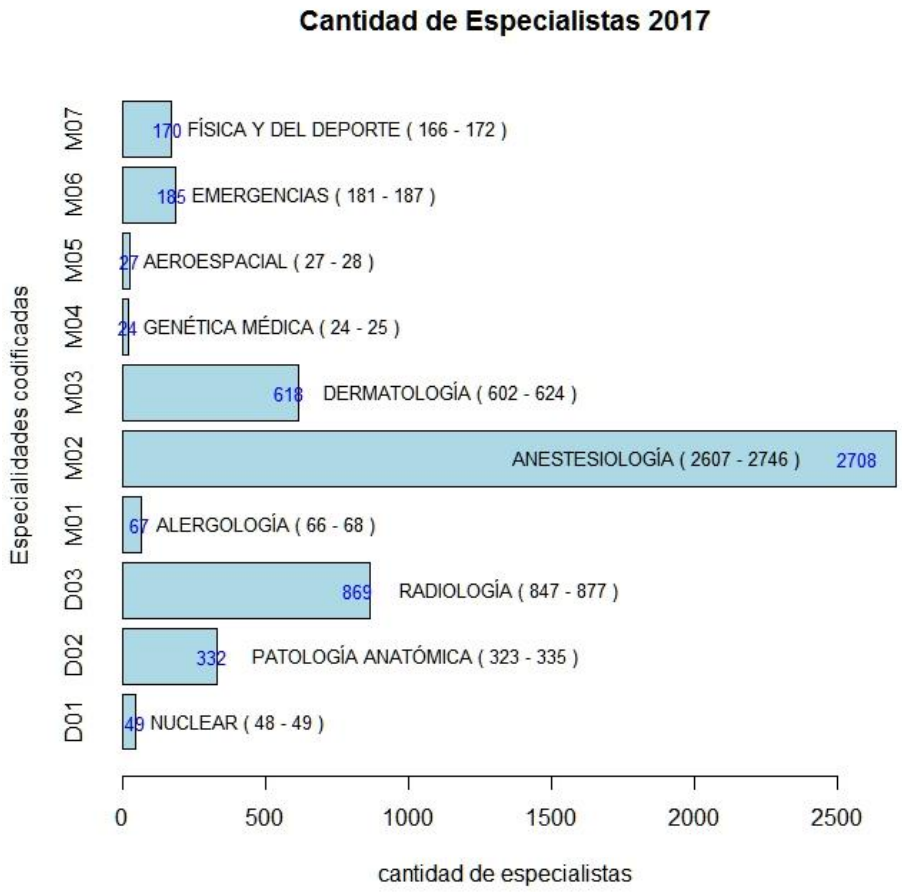
Fuente: Cálculos propios Dirección de Epidemiología y Demografía

Luego, la estimación presenta alrededor de 21 mil especialistas médicos, para el 2017, y la sensibilidad, presenta que esta estimación podría oscilar entre 20 mil especialistas y 21 mil. Para el 2030, se estima alrededor de 35 mil y 38 mil especialistas.

Las siguientes graficas se presentan la estimación de la cantidad de especialista discriminando por especialidad médica con sensibilidad para el 2018(en azul) y para el 2030 (en verde).

En la gráfica número 3, se presenta las especialidades: medicina física y del deporte, emergencias, aeroespacial, genética médica, dermatología, anestesiología, alergología, radiología, patología anatómica, medicina nuclear.

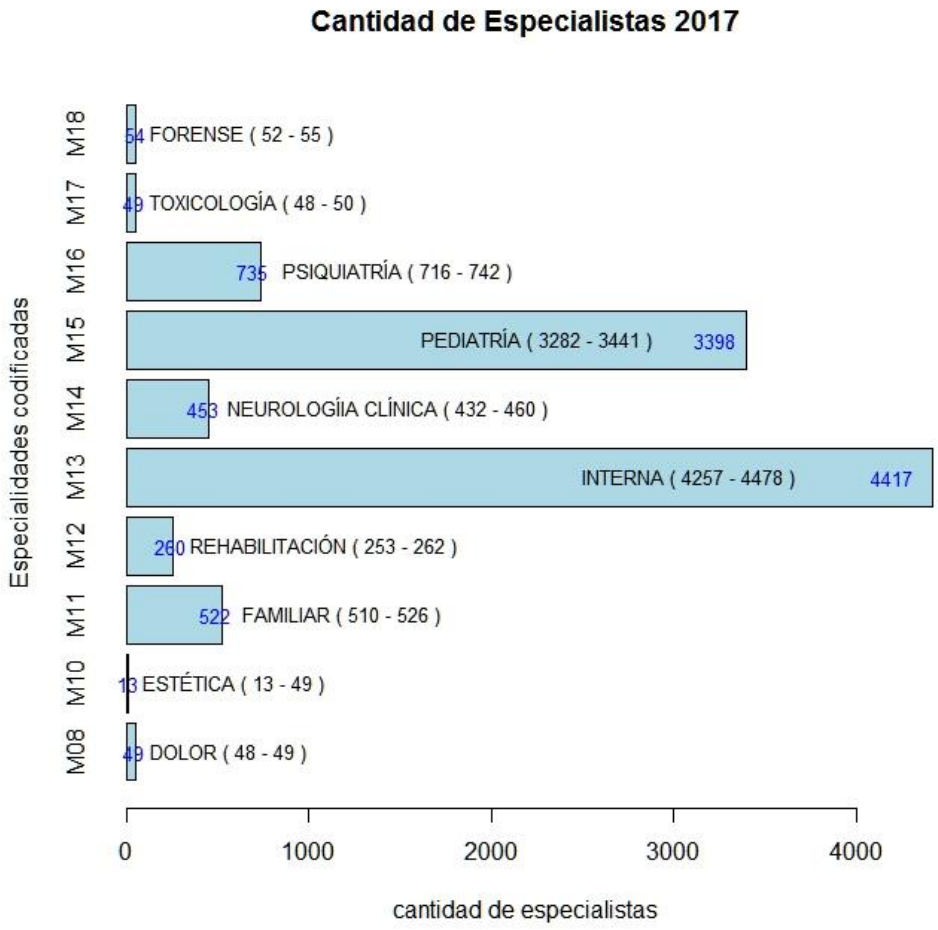
Gráfica No.3 Estimación de la Cantidad de Especialistas 2017



emografía

En la gráfica número 4 se presenta las especialidades: medicina forense, toxicología, psiquiatría, pediatría, neurología clínica, medicina interna, rehabilitación, medicina familiar, medicina estética y medicina del dolor.

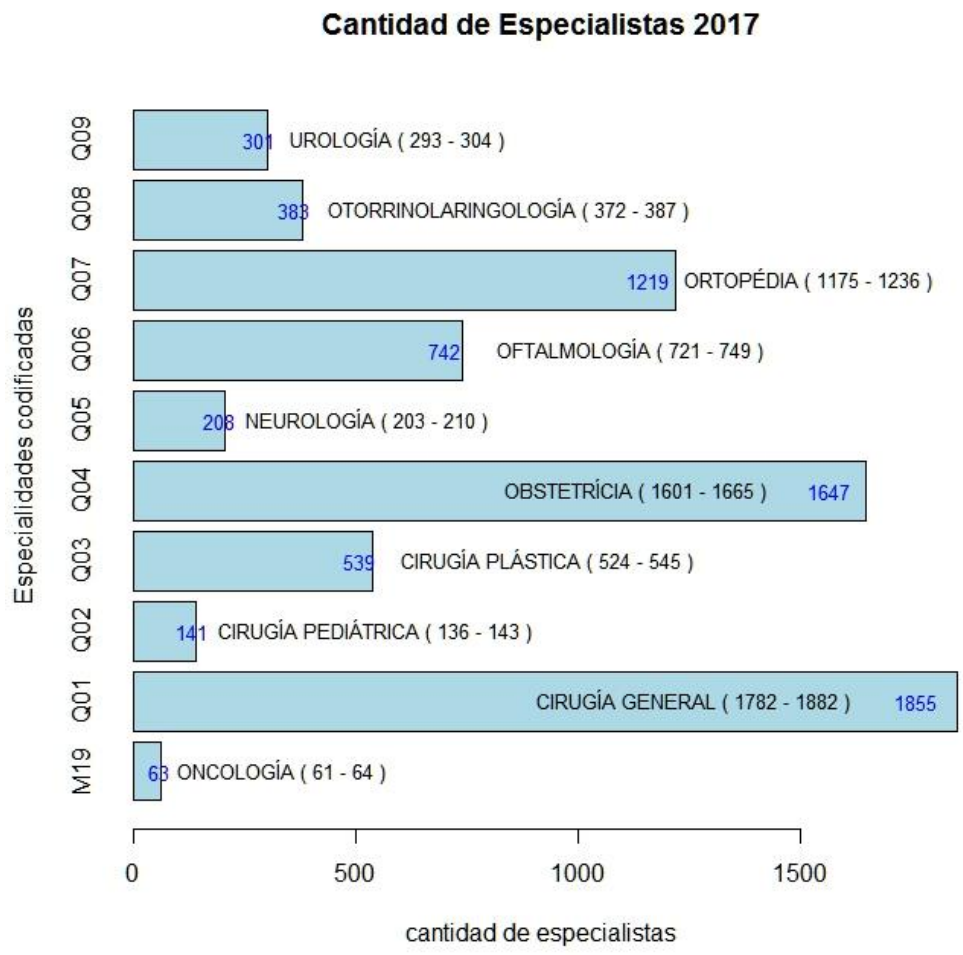
Gráfica No.4 Estimación de la Cantidad de Especialistas 2017



Fuente: Cálculos propios Dirección de Epidemiología y Demografía

En la gráfica número 5 se presenta las especialidades urología, otorrinolaringología, ortopedia, oftalmología, neurología, obstetricia, cirugía plástica, cirugía pediátrica, cirugía general, oncología.

Gráfica No.5 Estimación de la Cantidad de Especialistas 2017

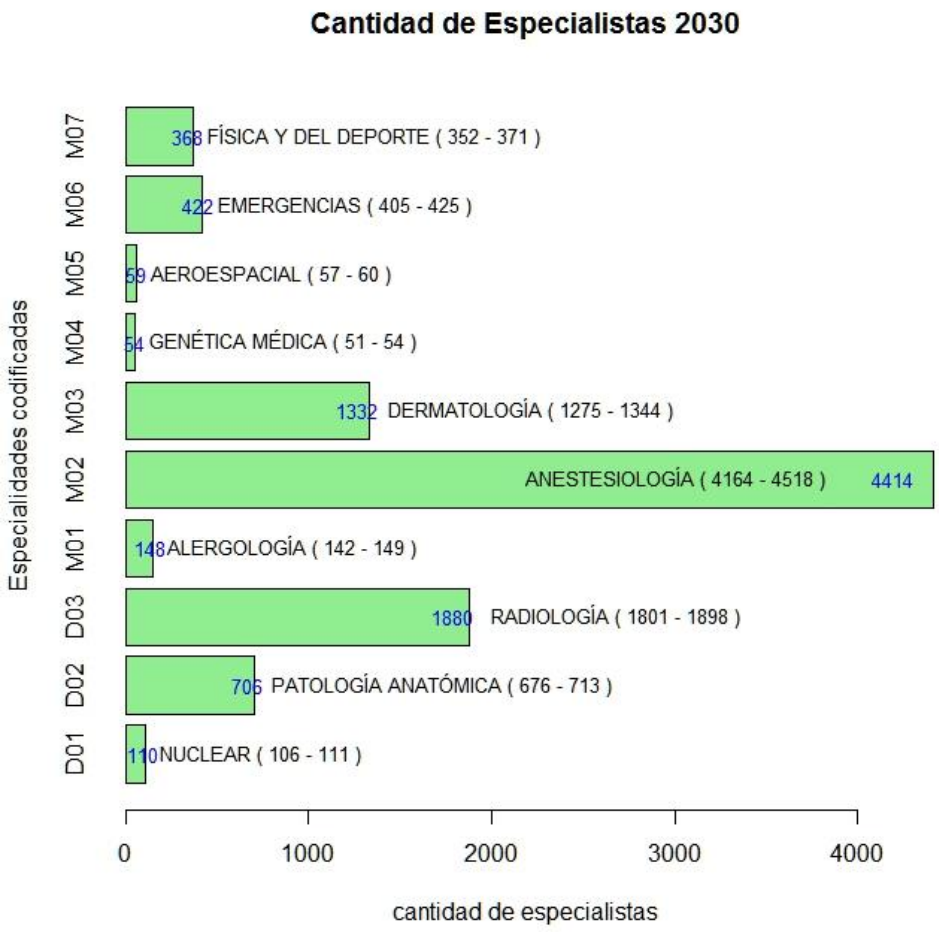


Fuente: Cálculos propios Dirección de Epidemiología y Demografía

Para el 2030 tenemos las siguientes estimaciones

En la gráfica número 6 se presenta las especialidades: medicina física y del deporte, emergencias, aeroespacial, genética médica, dermatología, anestesiología, alergología, radiología, patología anatómica, medicina nuclear.

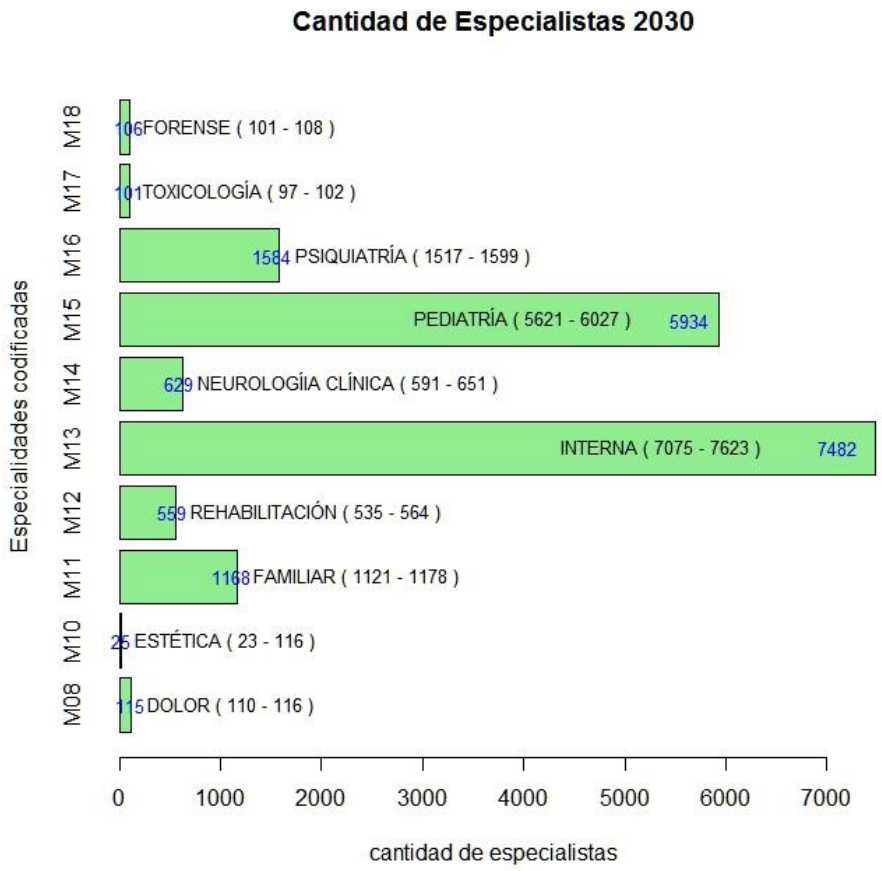
Gráfica No.6 Estimación de la Cantidad de Especialistas 2030



Fuente: Cálculos propios Dirección de Epidemiología y Demografía

En la gráfica número 7 se presenta las especialidades: forense, toxicología, psiquiatría, pediatría, neurología clínica, medicina interna, rehabilitación, medicina familiar, medicina estética y medicina del dolor.

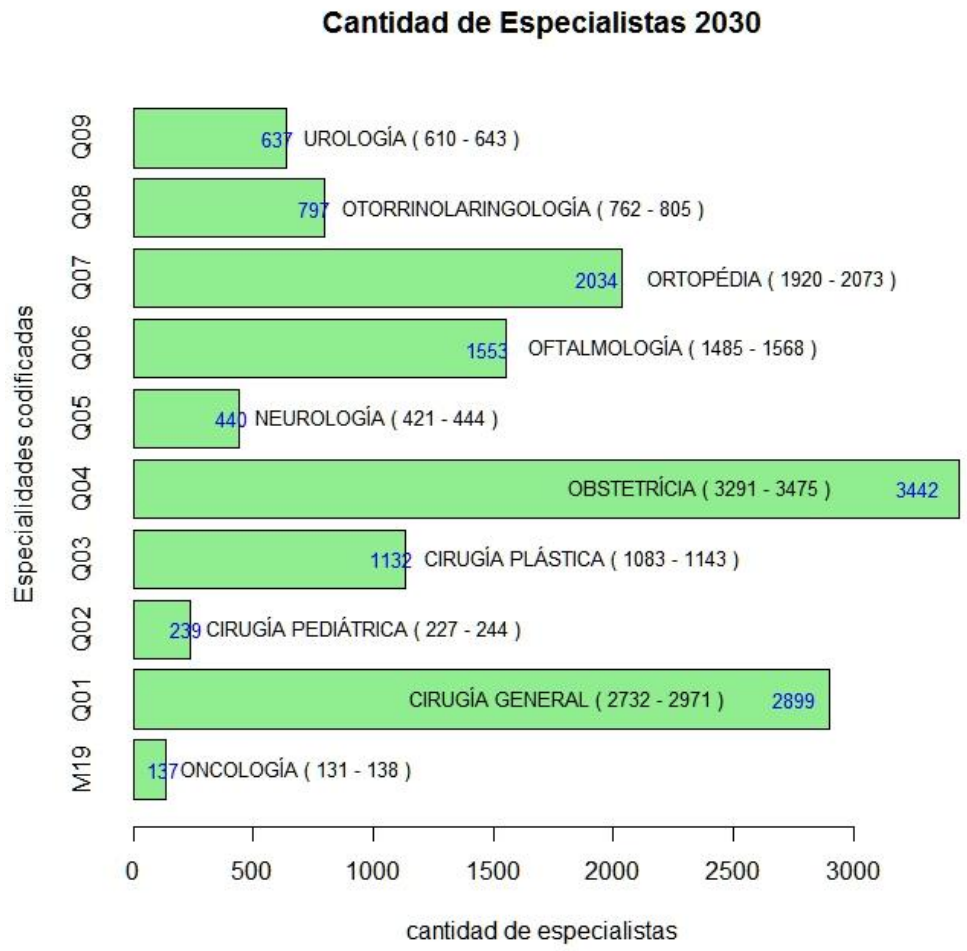
Gráfica No.7 Estimación de la Cantidad de Especialistas 2030



Fuente: Cálculos propios Dirección de Epidemiología y Demografía

En la gráfica número 8 se presenta las especialidades urología, otorrinolaringología, ortopedia, oftalmología, neurología, obstetricia, cirugía plástica, cirugía pediátrica, cirugía general, oncología.

Gráfica No.8 Estimación de la Cantidad de Especialistas 2030



Fuente: Cálculos propios Dirección de Epidemiología y Demografía

4 Conclusiones

El número de especialistas estimado, en su estimación media, resulta ligeramente menor que las estimaciones realizadas con anterioridad, sin embargo en análisis de sensibilidad muestra que podría en realidad ser un número significativamente menor. Luego es importante reportar la estimación como intervalo.

Por la conformación del análisis de sensibilidad y de la matriz vida, las estimaciones de curvas en el análisis de sensibilidad son menores que la estimación media.

5 Bibliografía

- MacCluer Charles R.
  Industrial Mathematics Modeling in Industry, Science, and Government.
  PRENTICE HALL 2000

- Agresti Alan
  An Introduction to Categorical Data Analysis.
  A Wiley-Interscience publications 1996.

- CENDEX-Universidad Javeriana, Ministerio de Salud y Protección Social,
  Recursos humanos de la salud en Colombia, Balance Competencias y Prospectivas 2008 Tercera Edición

- Aproximaciones a pronóstico de la Oferta y la Demanda de médicos especialistas en Colombia 2015-2030.Papeles en Salud No. 20.
  Ministerio de Salud y Protección Social
  2017

- Estudio de Disponibilidad y Distribución de la Oferta de Médicos Especialistas en Servicios de Alta y Mediana Complejidad en Colombia.
  CENDEX-Universidad Javeriana
  2013

5.1 Siglas

MSPS	Ministerio de Salud y protección social.
SGSSS	Sistema General de Seguridad Social en Salud
MINEDUCACION	Ministerio de Educación General
SNIESS	Sistema Nacional de Información de Educación Superior

5.2 Anexos

1) Archivo de Excell con ejemplo de simulación.
2) Archivo de Excell con datos de ingreso al código de estimación en R.
3) Archivos en R código fuente, con la programación de estimación media, sensibilidad y gráficas.