

Envejecimiento demográfico: Un acercamiento a los métodos cuantitativos¹

Arnaldo Torres-Degró, Ph.D.²

Forma de citar: Torres-Degró, A. (2010). Envejecimiento demográfico: Un acercamiento a los métodos cuantitativos. *CIDE digital*, 1(2),77-98. Recuperado de <http://soph.md.rcm.upr.edu/demo/index.php/cide-digital/publicaciones>.

Resumen: *El envejecimiento demográfico o poblacional, es un proceso de cambio en la estructura por edades de una población. Múltiples métodos cuantitativos se han desarrollado en torno a evaluar y confirmar el envejecimiento demográfico de un lugar y en un tiempo determinado. El propósito de este trabajo es recopilar dichos algoritmos de tal manera que puedan ser utilizados para facilitar el análisis del envejecimiento demográfico.*

Palabras claves: Envejecimiento demográfico, índices demográficos, Población vieja, Puerto Rico.

El *envejecimiento demográfico o poblacional*, es un proceso de cambio en la estructura por edades de una población. Se caracteriza por un aumento relativo de personas viejas, así como por una reducción relativa de niños y de jóvenes. La población vieja está asociada usualmente al grupo de edad de 65 años o más (P_{65+}). Sin embargo, en países desarrollados, la población de 60 años o más (P_{60+}), se utiliza como punto de referencia como población vieja. Además, se ha establecido que una población de 60 años o más (P_{60+}) o 65 años o más (P_{65+}) que supere el 10 por ciento de la población total se considera una población vieja. Para propósito de este artículo analizaremos en la medida que sea posible las dos vertientes, aunque en Puerto Rico es altamente recomendado que al referirnos a la población vieja lo hagamos desde la población de 60 años o más (P_{60+}).

Múltiples métodos cuantitativos se han desarrollado en torno a evaluar y confirmar el envejecimiento demográfico de un lugar y en un tiempo determinado. El propósito de este trabajo es recopilar dichos algoritmos de tal manera que puedan ser utilizados para facilitar el análisis del envejecimiento demográfico. Para poder iniciar

¹ Trabajo técnico demográfico elaborado por el Centro de Investigaciones Demográficas de Puerto Rico (CIDE).

² Catedrático Asociado, Programa Graduado de Demografía, Coordinador del Programa Graduado en Demografía y Coordinador del Centro de Investigación Demográfico (CIDE), RCM-UPR. Email: arnaldo.torres1.@upr.edu.

Tabla 1: Población total por edades en grupos quinquenales, Puerto Rico: 1970 – 2000

Edades	Población total por Censo			
	1970	1980	1990	2000
0 – 4	318,106	340,652	302,173	295,406
5 – 9	338,254	330,331	316,473	305,162
10 – 14	334,560	338,291	339,573	305,800
15 – 19	291,326	337,134	326,717	313,436
20 – 24	233,876	272,430	287,227	301,191
25 – 29	182,638	236,136	270,562	271,507
30 – 34	156,652	229,762	254,287	262,825
35 – 39	145,123	194,284	236,509	264,849
40 – 44	128,847	165,652	225,970	250,814
45 – 49	121,966	145,020	193,984	233,120
50 – 54	105,571	129,786	161,874	229,916
55 – 59	96,453	119,538	140,952	188,883
60 – 64	81,584	104,935	124,852	160,564
65 – 69	66,383	94,544	112,718	134,281
70 – 74	43,409	65,480	86,679	106,670
75 – 79	28,366	45,381	67,822	83,078
80 – 84	20,000	24,245	41,000	53,402
85 – 89	10,734	12,997	20,828	31,698
90 – 94	4,509	6,177	7,959	11,679
95 – 99	2,046	2,461	2,800	3,473
100+	1,630	1,284	1,078	856
100 – 104	...	832	772	706
105 – 109	...	310	235	106
110+	...	142	71	44
TOTAL	2,712,033	3,196,520	3,522,037	3,808,610

Fuente: Datos obtenidos del Censo de Puerto Rico.

con dicha encomienda se utilizará la estructura de edad y sexo de Puerto Rico entre los años 1970 al 2000, conforme el Censo Federal de los Estados Unidos de Norteamérica. La aplicación de las múltiples técnicas o indicadores de envejecimiento de la población puertorriqueña en dicho periodo da una idea precisa de su tendencia demográfica.

Por ciento por grandes grupos de edades (%)

La expresión "por ciento" viene de la frase latina "per centum", y de ella se deriva la palabra "porcentaje". Un sinónimo para expresar el por ciento es distribución porcentual. Compara el número de casos en una categoría de interés de una variable específica (f_a) con el tamaño total de la distribución de los casos de todas las categorías, incluyendo la categoría de interés ($f_a + f_i$). Hay que resaltar que los casos de dicha categoría de interés formarán parte del número total de casos en la distribución total. Podemos entonces convertir cualquier categoría en un por ciento (%), dividiendo el número de casos o frecuencias (f_a) de cualquier categoría de interés por el número total de casos (P) en la distribución de la variable específica, multiplicado por una constante (k) de 100. La notación expresada podría ser representada por las siguientes ecuaciones:

$$\% = \frac{f_a}{f_a + f_i} \times k \quad (1)$$

Con el algoritmo de la ecuación uno, es posible obtener el por ciento por edades sencillas, por edades en grupos quinquenales o por grandes grupos. El por ciento de la edad en grandes grupos estaría matizado entre una edad exacta " x " de la población y " $x + (n-1)$ ", en un intervalo de edades de amplitud " n " para el tiempo " t ", dividido entre la población total por una constante " k " de 100, veamos:

$$\% P'_{x-x+(n-1)} = \frac{n P_x^t}{P^t} \times k \quad \text{ó} \quad \% P'_{x-x+(n-1)} = \frac{P_{x-x+(n-1)}^t}{P^t} \times k \quad (2)$$

De esta manera con el algoritmo de la ecuación dos, las notaciones para obtener los por cientos para los siguientes grandes grupos para un tiempo " t " determinado, sería:

$$\% P'_{0-14} = \frac{15 P_0^t}{P^t} \times 100 \quad \text{ó} \quad \% P'_{0-14} = \frac{P_{0-14}^t}{P^t} \times 100 \quad (3)$$

$$\% P'_{15-64} = \frac{50 P'_{15}}{P^t} \times 100 \quad \text{ó} \quad \% P'_{15-64} = \frac{P'_{15-64}}{P^t} \times 100 \quad (4)$$

$$\% P'_{65+} = \frac{P'_{65+}}{P^t} \times 100 \quad (5)$$

$$\% P'_{60+} = \frac{P'_{60+}}{P^t} \times 100 \quad (6)$$

Estos porcentajes miden la importancia relativa de los grupos de edad de la población más significativos: los menores (P_{0-14}), la población potencialmente activa (P_{15-64}) y las personas mayores (P_{60+} o P_{65+}).

Tabla 2: Población total por grupos de edades seleccionados, Puerto Rico: 1970 - 2000

Años	Grupos de edades seleccionados				Población Total
	P_{0-14}	P_{15-64}	P_{60+}	P_{65+}	
1970	990,920	1,544,036	258,661	177,077	2,712,033
1980	1,009,274	1,934,677	357,504	252,569	3,196,520
1990	958,219	2,222,934	465,736	340,884	3,522,037
2000	906,368	2,477,105	585,701	425,137	3,808,610

Fuente: Sumatoria obtenida de la tabla 2.

Si nuestro interés es establecer la distribución porcentual de la población de 60 años o más o de 65 años o más del 2000, notaremos en la tabla 2 que la categoría de interés P_{60+} es 585,701 y P_{65+} es 425,137 con una población total de interés P^{2000} de 3,808,610 habitantes. Si ejecutamos la ecuación cinco y seis con dichos datos, se podría desarrollar de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \% P_{60+}^{2000} &= \frac{P_{60+}^{2000}}{P^{2000}} \times 100 \\ \% P_{60+}^{2000} &= \frac{585701}{3808610} \times 100 \\ \% P_{60+}^{2000} &= 15.38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% P_{65+}^{2000} &= \frac{P_{65+}^{2000}}{P^{2000}} \times 100 \\ \% P_{65+}^{2000} &= \frac{425137}{3808610} \times 100 \\ \% P_{65+}^{2000} &= 11.16 \end{aligned}$$

Observando la tabla 3, la población de 60 años o más (P_{60+}) desde el 1950 al 2000 ha aumentado y desde el 1980 en adelante la población de Puerto Rico supera el 10 por ciento sugiriendo que la misma es considerada una población vieja. Por otro lado, si observamos la población de 65 años o más (P_{65+}) desde el 1950 al 2000 el porcentaje ha aumentado, pero no es hasta el año 2000 donde supera el 10 por ciento sugiriendo que la población de Puerto Rico es considerada una población vieja.

Tabla 3: Por ciento de la Población general por grupos de edades seleccionados, Puerto Rico: 1970 - 2000

Años	Grupos de edades seleccionados				Población Total
	P_{0-14}	P_{15-64}	P_{60+}	P_{65+}	
1970	36.54	56.93	9.54	6.53	100.00
1980	31.57	60.52	11.18	7.90	100.00
1990	27.21	63.12	13.22	9.68	100.00
2000	23.80	65.04	15.38	11.16	100.00

Fuente: Calculado por el autor con datos de la tabla 2.

Índice de envejecimiento (I_{env})

Conocido también como la tasa de envejecimiento, es la técnica más utilizada para ver el proceso de envejecimiento y simplemente se define como el porcentaje que representan los mayores de 65 años (P_{65+}) o los mayores de 60 años (P_{60+}) sobre la población total. La fórmula es idéntica a la ecuación cinco o seis.

$$I_{env}^t = \frac{P_{60+}^t}{P^t} \times 100 \quad \text{ó} \quad I_{env}^t = \frac{P_{65+}^t}{P^t} \times 100 \quad (7)$$

Dicho por ciento puede interpretarse como la cantidad de viejos por cada 100 habitantes. Si el por ciento de la P_{60+} en Puerto Rico para el año 2000 fue 15.38 (ver tabla 3) podríamos señalar que esto representaría aproximadamente 15 viejos de 60 años o más por cada 100 habitantes. Si el por ciento de la P_{65+} en Puerto Rico para el

año 2000 fue 11.16 (ver tabla 3) podríamos señalar que esto representaría aproximadamente 11 viejos de 65 años o más por cada 100 habitantes.

Índice de vejez (I_{vejez})

El índice de vejez relaciona los grupos más dinámicos de la población y que más influyen en la estructura y evolución de una población. Este índice nos relaciona la población vieja, que puede ser de 60 años o más (P_{60+}) o de 65 años o más (P_{65+}) con la población de menores que generalmente está por debajo de la edad de 15 años (P_{0-14}) para ver si la población mayor de un lugar en particular es más, igual o menor que la población menor. La importancia de este indicador es que engloba a aquellos grupos de la población que más prestaciones sociales van a necesitar. Lo contrario al índice de vejez se llama Índice de juventud. Si el índice de vejez presenta un valor superior a 1, sabremos que hay más población mayor de 65 años que la población menor de 15. En cambio, si el índice no llega a 1 querrá decir que hay más población menor de 15 años que mayor de 65. Un índice de vejez de 1 supone la misma proporción de población mayor de 65 que menor de 15 años. Sin embargo, la utilidad del I_{vejez} estriba en observar la cantidad de población vieja por cada 100 menores, es decir, intenta medir el peso que un sector recae sobre otro sector. Las notaciones para obtener el índice de vejez (I_{vejez}) para la población vieja de P_{60+} o P_{65+} para un tiempo “ t ” determinado, sería de la siguiente manera:

$$I_{vejez}^t = \frac{P_{60+}^t}{15P_0^t} \times 100 \quad (8)$$

$$I_{vejez}^t = \frac{P_{65+}^t}{15P_0^t} \times 100 \quad (9)$$

Al referirnos a la tabla 2 podemos encontrar que para el año 2000 la población de 0 a 14 (P_{0-14}) fue de 906,368 niños y la población de 60 años o más (P_{60+}) fue de 585,701 viejos o la población de 65 años o más (P_{65+}) fue de 425,137 viejos. Si ejecutamos la ecuación ocho y nueve con dichos datos, podría obtener los siguientes resultados:

$$I_{\text{vejez}} = \frac{P_{60+}^{2000}}{15 P_0^{2000}} \times 100$$

$$I_{\text{vejez}} = \frac{585701}{906368} \times 100$$

$$I_{\text{vejez}} = .642066 \times 100$$

$$I_{\text{vejez}} = 64.21$$

$$I_{\text{vejez}} = \frac{P_{65+}^{2000}}{15 P_0^{2000}} \times 100$$

$$I_{\text{vejez}} = \frac{425137}{906368} \times 100$$

$$I_{\text{vejez}} = .469056 \times 100$$

$$I_{\text{vejez}} = 46.91$$

Al relacionar la población vieja con los menores de 15 años, en Puerto Rico para el año 2000 se pudo constatar que la población vieja (tanto la P_{60+} y la P_{65+}) es inferior que la población de menores (P_{0-14}). Al calcular el $I_{\text{vejez}60+}$ con .64 y $I_{\text{vejez}65+}$ con .47 los mismos está por debajo de 1 sugiriendo que aun hay más menores que viejos. No podemos inducir que hay un rejuvenecimiento demográfico, porque al observar la tabla 4 es notable que el I_{vejez} ha ido aumentando consistentemente sugiriendo que la población de menores (P_{0-14}) se ha ido disminuyendo, mientras que la población de viejos sigue aumentando año tras año.

Tabla 4. Índice de vejez, Puerto Rico: 1970 - 2000

Años	Índice de vejez	
	P_{60}	P_{65}
1970	.2610	.1787
1980	.3542	.2502
1990	.4860	.3557
2000	.6462	.4691

Fuente: Cálculos realizados por el autor con datos obtenidos de la tabla 2.

Por otro lado, visualizar el I_{vejez} en relación a la cantidad de viejos por cada 100 menores en Puerto Rico, podríamos capturar la transformación de una población que va envejeciendo drásticamente. Si tomamos como punto de partida el $I_{\text{vejez}60+}$ y lo multiplicáramos por 100, notaríamos que en Puerto Rico para el año 1970 había 26 viejos por cada 100 menores. El peso de viejos contra niño fue aumentando paulatinamente hasta que el año 2000 teníamos 65 viejos por cada 100 menores. Lo

mismo ocurrió con la $I_{vejez65+}$ donde en el 1970 había 18 viejos por cada 100 menores y para el año 2000 la razón fue de 47 viejos por cada 100 menores.

Índice de Longevidad (I_{long})

El acelerado envejecimiento de la población ha hecho necesario medir tanto el sobre-envejecimiento como la evolución del envejecimiento partiendo de la base de viejos. El índice de longevidad, también conocido como índice de sobre-envejecimiento o índice de senectud pretende medir el número de personas de 85 años o más por cada 100 personas de 65 años o más. Es un indicador específico del envejecimiento demográfico y permite medir la composición del grupo de los más mayores. La fórmula estaría expresada de la siguiente manera:

$$I_{long} = \frac{P_{85+}^t}{P_{65+}^t} \times 100 \quad (10)$$

En Puerto Rico para el año 2000 la población de 85 años o más (P_{85+}) fue de 47,706 habitantes y la población de 65 años o más fue de 425,137 habitantes (ver tabla 5). Según la ecuación diez, el índice de longevidad podría calcularse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} I_{long} &= \frac{P_{85+}^{2000}}{P_{65+}^{2000}} \times 100 \\ I_{long} &= \frac{47706}{425137} \times 100 \\ I_{long} &= .112213 \times 100 \\ I_{long} &= 11.22 \end{aligned}$$

El índice de longevidad encontrado en Puerto Rico para el año 2000 sugiere una relación de aproximadamente 11 personas de 85 años o más por cada 100 personas de 65 años o más. Esta relación ha ido aumentando desde el 1980 (ver tabla 5).

Tabla 5: Índice de longevidad, Puerto Rico: 1970-2000

Años	Grupos de edades seleccionados		Índice de Longevidad (I_{Long})
	P ₆₅₊	P ₈₅₊	
1970	177,077	18,919	10.68
1980	252,569	22,919	9.07
1990	340,884	32,665	9.58
2000	425,137	47,706	11.22

Fuente: Cálculos realizados por el autor con datos obtenidos de la tabla 2.

Índice de ancianidad (I_{anc})

A partir de este índice podemos saber la proporción de población que tenemos en la franja de edad de 75 a 84 años en relación con la población mayor de 84 años. La fórmula estaría expresada de la siguiente manera:

$$I_{anc}^t = \frac{P_{85}^t}{10 P_{75}^t} \times 100 \quad (11)$$

En Puerto Rico para el año 2000 la población de 85 años o más (P₈₅₊) fue de 47,706 habitantes y la población de 75 a 84 años fue de 136,480 habitantes (ver tabla 6). Según la ecuación once, el índice de ancianidad podría calcularse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 I_{anc}^t &= \frac{P_{85}^{2000}}{10 P_{75}^{2000}} \times 100 \\
 I_{anc} &= \frac{47706}{136480} \times 100 \\
 I_{anc} &= .349546 \times 100 \\
 I_{anc} &= 34.95
 \end{aligned}$$

El índice de ancianidad encontrado en Puerto Rico para el año 2000 sugiere una relación de aproximadamente 35 personas de 85 años o más por cada 100 personas de 75 a 84 años. Esta relación tuvo un descenso desde el 1979 al 1990. Para el 2000 inicia un aumento (ver tabla 6).

Tabla 6: Índice de ancianidad, Puerto Rico: 1970-2000

Años	Grupos de edades seleccionados		Índice de Ancianidad (I_{anc})
	P_{75-84}	P_{85+}	
1970	48,366	18,919	39.12
1980	69,626	22,919	32.92
1990	108,822	32,665	30.02
2000	136,480	47,706	34.95

Fuente: Cálculos realizados por el autor con datos obtenidos de la tabla 2.

Índice Generacional de Anciano ($IG_{anciano}$)

También conocido como índice generacional de ancianidad. El $IG_{anciano}$ representa el número de personas de 35 a 64 años (P_{35-64}) por cada persona de 65 y más (P_{65+}). Se supone que mide el número de personas de 35 a 64 años que podrían hacerse cargo de cada persona de 65 y más años. Teóricamente, relaciona la generación de los mayores con la de sus hijos, es decir, con la de sus cuidadores naturales y nos informa indirectamente sobre la necesidad de cuidados. La fórmula estaría expresada de la siguiente manera:

$$IG_{anciano}^t = \frac{\sum_{35}^{64} P_x^t}{P_{65+}^t} \quad (12)$$

En Puerto Rico para el año 2000 la población de 65 años o más (P_{65+}) fue de 425,137 habitantes y la población de 35 a 64 años fue de 1,328,146 habitantes (ver tabla 7). Según la ecuación doce, el índice generacional de anciano podría calcularse de la siguiente forma:

$$IG_{anciano}^t = \frac{\sum_{35}^{64} P_x^{2000}}{P_{65+}^{2000}}$$

$$IG_{anciano} = \frac{1328146}{425137}$$

$$IG_{anciano} = 3.12$$

El índice generacional de ancianos en Puerto Rico para el año 2000 fue de 3.12 sugiriendo que la capacidad de cuidados es aproximadamente 3 personas de 35 a 64 años que podrían servir de apoyo a cada persona de 65 años o más. El índice generacional de anciano ha ido disminuyendo levemente desde el 1970 hasta el 2000 (ver tabla 7).

Tabla 7: Índice generacional de anciano, Puerto Rico: 1970-2000

Años	Grupos de edades seleccionados		Índice generacional de anciano ($IG_{anciano}$)
	P_{35-64}	P_{65+}	
1970	679,544	177,077	3.83
1980	859,215	252,569	3.40
1990	1,084,141	340,884	3.18
2000	1,328,146	425,137	3.12

Fuente: Cálculos realizados por el autor con datos obtenidos de la tabla 2.

Índice Global de dependencia³ (IG_{dep})

Es un indicador con un significado económico, dado que relaciona la población inactiva o económicamente dependiente (formada por menores de 15 años y población mayor de 65 años) con la población potencialmente activa (aquella que se encuentra entre los 15 y los 65 años). Si el índice supera el 1 nos encontramos en una situación donde la población activa es menor que la no activa. Por el contrario una relación de dependencia menor a 1 nos indica una mayor proporción de población de entre 15 a 64 años. Esta tasa indica la relación existente entre la población potencialmente activa y la que no lo es. La fórmula estaría expresada de la siguiente manera:

$$IG_{dep}^t = \frac{{}_{15}P_0^t + P_{65+}^t}{\sum_{15}^{64} P_x^t} \times 100 \quad (13)$$

En Puerto Rico para el año 2000 la población de 0 a 14 años (P_{0-14}) fue de 906,368 habitantes; 15 a 64 años (P_{15-64}) fue de 2,477,105 habitantes y la población de 65 años o más (P_{65+}) fue de 425,137 habitantes (ver tabla 8). Según la ecuación trece, el índice global de dependencia podría calcularse de la siguiente forma:

$$IG_{dep}^t = \frac{{}_{15}P_0^{2000} + P_{65+}^{2000}}{\sum_{15}^{64} P_x^{2000}} \times 100$$

$$IG_{dep} = \frac{906368 + 425137}{2477105} \times 100$$

$$IG_{dep} = .537525 \times 100$$

$$IG_{dep} = 53.75$$

Al relacionar la población inactiva o económicamente dependiente con la población potencialmente activa, en Puerto Rico para el año 2000 se pudo constatar que la población inactiva (P_{0-14} y P_{65+}) es todavía inferior a la población económicamente activa (P_{15-64}). El IG_{dep} de 53.75 obtenido sugiere que por cada 54 personas económicamente dependientes hay 100 personas económicamente activas. Si observamos la tabla 8 es

³ También conocido como tasa demográfica de dependencia o tasa de dependencia.

notable que la dependencia de personas inactivas económicamente vs. personas activas se ha ido reduciendo sigilosamente años tras años.

Tabla 8: Índice Global de dependencia, Puerto Rico: 1970 - 2000

Años	Grupos de edades seleccionados			Índice Global de dependencia (IG_{dep})
	P_{0-14}	P_{15-64}	P_{65+}	
1970	990,920	1,544,036	177,077	75.65
1980	1,009,274	1,934,677	252,569	65.22
1990	958,219	2,222,934	340,884	58.44
2000	906,368	2,477,105	425,137	53.75

Fuente: Cálculos realizados por el autor con datos obtenidos de la tabla 2.

Índice de dependencia de viejos (ID_{viejo})

También conocido como el índice de dependencia de la población anciana, la tasa de dependencia de viejos es una variante de la tasa global de dependencia. El número de personas de 65 años o más (P_{65+}) por cada 100 personas en edad laboral. Es decir cuántos viejos (mayores de 65 años) existen con respecto a la población potencial activa o económica activa. La fórmula estaría expresada de la siguiente manera:

$$ID_{viejo}^t = \frac{P_{65+}^t}{\sum_{15}^{64} P_x^t} \times 100 \quad \text{ó} \quad ID_{viejo}^t = \frac{P_{65+}^t}{P_{15-64}^t} \times 100 \quad (14)$$

En Puerto Rico para el año 2000 la población de 15 a 64 años (P_{15-64}) fue de 2,477,105 habitantes y la población de 65 años o más (P_{65+}) fue de 425,137 habitantes (ver tabla 9). Según la ecuación catorce, el índice de dependencia de viejos podría calcularse de la siguiente forma:

$$ID'_{\text{viejo}} = \frac{P_{65+}^{2000}}{P_{15-64}^{2000}} \times 100$$

$$ID_{\text{viejo}} = \frac{425137}{2477105} \times 100$$

$$ID_{\text{viejo}} = .171627 \times 100$$

$$ID_{\text{viejo}} = 17.16$$

El índice de dependencia de viejos en Puerto Rico para el año 2000 encontrado sugiere que por cada 17 personas de 65 años o más hay 100 personas activas económicamente activa. El peso de la población vieja contra la población económicamente activa ha ido aumentando paulatinamente desde el 1970 al 2000 a un ritmo de dos personas por década (ver tabla 9).

Tabla 9: Índice de dependencia de viejos, Puerto Rico: 1970-2000

Años	Grupos de edades seleccionados		Índice de dependencia de viejos ID_{viejos}
	P_{15-64}	P_{65+}	
1970	1,544,036	177,077	11.47
1980	1,934,677	252,569	13.05
1990	2,222,934	340,884	15.33
2000	2,477,105	425,137	17.16

Fuente: Cálculos realizados por el autor con datos obtenidos de la tabla 2.

Índice de estructura de la población activa (IEP_{activa})

La población de 15 a 64 años (P_{15-64}) es considerada la estructura de la población activa hábil para laborar. El índice de estructura de la población activa (IEP_{activa}) es un indicador del grado de envejecimiento del sector de la población laboral. Puede obtenerse dividiendo la población adulta vieja (P_{40-64}), es decir, las 25 generaciones más viejas de la población activa por la población adulta joven (P_{15-39}), es decir, las 25 generaciones más jóvenes de la población activa. Si el índice presenta un valor

superior a uno (1), sabremos que la estructura de la población laboral es más vieja. En cambio, cuando el índice está por debajo de uno (1), más joven es la estructura de la población laboral. Un índice de estructura de la población activa (IEP_{activa}) con el valor de uno (1) supone la misma proporción de población laboral vieja (P_{40-64}) que la población laboral joven (P_{15-39}). Sin embargo, la utilidad del IEP_{activa} estriba en observar la cantidad de población laboral vieja por cada 100 jóvenes de población activa, es decir, intenta medir el peso que un sector recae sobre otro sector. La nomenclatura estaría dada de la siguiente manera:

$$IPA^t = \frac{\sum_{40}^{64} P_x^t}{\sum_{15}^{39} P_x^t} \times 100 \quad (15)$$

Para el año 2000 la población activa (P_{15-64}) fue de 2,477,105 habitantes avilés al mundo laboral (ver tabla 2), representando dos tercera parte de la población total. De esta población activa hay 1,413,808 jóvenes (P_{15-39}) y de la población adultos viejos (P_{40-64}) hay 1,063,297 habitantes (ver tabla 10). Según la ecuación quince, el índice de estructura de la población activa podría calcularse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} IEP_{activa} &= \frac{\sum_{40}^{64} P_x^{2000}}{\sum_{15}^{39} P_x^{2000}} \times 100 \\ IEP_{activa} &= \frac{1063297}{1413808} \times 100 \\ IEP_{activa} &= .75208 \times 100 \\ IEP_{activa} &= 75.21 \end{aligned}$$

Al relacionar la población adulta joven activa con la población adulta vieja activa, en Puerto Rico para el año 2000 se pudo constatar que la población adulta vieja (P_{40-64}) es inferior que la población adulta joven (P_{15-39}) con IEP_{activa} de .75 siendo inferior a uno (1). Podemos sugerir que todavía se evidencia una estructura joven de la población laboral en Puerto Rico, a pesar que ha perdido fuerza dese el 1980 al 2000. Notemos

que el IEP_{activa} al ir aumentando de forma progresivamente nos manda una señal de que la estructura de la población activa en Puerto Rico se está envejeciendo (ver tabla 5).

Tabla 10: Índice de estructura de la población activa, Puerto Rico: 1970-2000

Años	Grupos de edades seleccionados		Índice de estructura de la población activa (IEP_{activa})
	P ₁₅₋₃₉	P ₄₀₋₆₄	
1970	1,009,615	534,421	.5293 por 100 52.9
1980	1,269,746	664,931	.5237 por 100 52.3
1990	1,375,302	847,632	.6163 por 100 61.6
2000	1,413,808	1,063,297	.7521 por 100 75.2

Fuente: Cálculos realizados por el autor con datos obtenidos de la tabla 2.

Por otro lado, visualizar la estructura de la población activa (IEP_{activa}) en relación a la cantidad de adultos viejos activos por cada 100 jóvenes adultos activos en Puerto Rico, podríamos estar ante un cambio de estructura poblacional activa hacia el envejecimiento. Si tomados como punto de partida el IEP_{activa}^{1970} y lo multiplicáramos por 100, notaríamos que en Puerto Rico para el año 1970 habían 53 adultos viejos por cada 100 jóvenes adultos. El peso de adultos viejos contra jóvenes adultos fue aumentando paulatinamente hasta que el año 2000 teníamos 75 adultos viejos por cada 100 jóvenes adultos.

Índice de Friz (I_{Friz})

Representa la proporción de población en el grupo 0-19 años (P_{0-19}) en relación a la población de 30-49 años (P_{30-49}), que se toma como base 100. Por cada 100 personas entre las edades de 30 a 49 años tenemos tantas personas de 0 a 19 años. La fórmula estaría expresada de la siguiente manera:

$$I_{Friz}^t = \frac{{}_{20}P_0^t}{{}_{20}P_{30}^t} \times 100 \quad (16)$$

Además este índice puede sugerir que:

- > 160 entonces la población se considera joven
- = 66 a 160 entonces la población se considera madura
- < 60 entonces la población se considera vieja.

Para el año 2000 la población de 0 a 19 (P_{0-19}) fue de 1,219,804 habitantes y la población de 30 a 49 años (P_{30-49}) fue de 1,011,608 habitantes (ver tabla 11). Según la ecuación dieciséis, el índice de Friz podría calcularse de la siguiente forma:

$$I_{Friz}^t = \frac{{}_{20}P_0^{2000}}{{}_{20}P_{30}^{2000}} \times 100$$

$$I_{Friz} = \frac{1219804}{1011608} \times 100$$

$$I_{Friz} = 1.205807 \times 100$$

$$I_{Friz} = 120.58$$

Con un índice de Friz calculado en 120.58 para Puerto Rico en el año 2000 podríamos categorizar la población como una madura. Si observamos la tabla 11 es bien notable que el I_{Friz} ha mermando de tal grado que ha ido cambiando la composición de la población de una joven a una madura.

Tabla 11: Índice de Friz, Puerto Rico: 1970-2000

Años	Grupos de edades seleccionados		Índice de Friz (I_{Friz})
	P_{0-19}	P_{30-49}	
1970	1,282,246	552,588	234.02 (joven)
1980	1,346,408	734,718	183.26 (joven)
1990	1,284,936	910,750	141.06 (madura)
2000	1,219,804	1,011,608	120.58 (madura)

Fuente: Cálculos realizados por el autor con datos obtenidos de la tabla 2.

Índice de Sundbarg ($I_{Sundbarg}$)

Tomando como base la población de 15-49 años (P_{15-49}), el índice de Sundbarg compara los porcentajes con los grupos de 0 a 14 años (P_{0-14}) y de mayores de 50 años (P_{50+}). Si el porcentaje de los menores de 15 supera el de los mayores de 50 la población es de carácter progresivo (joven). Si se igualan es estacionaria (madura) y si el grupo de mayores de 50 supera al de menores de 15 es regresiva (vieja). La fórmula estaría expresada de la siguiente manera y con el agravante que además este índice puede sugerir que:

Población progresiva (joven)

$$\frac{\frac{15 P_0^t}{49} \times 100}{\sum_{15}^{49} P_x^t} (>) \frac{P_{50+}^t}{\sum_{15}^{49} P_x^t} \times 100 \quad (17)$$

Población estacionaria (madura)

$$\frac{\frac{15 P_0^t}{49} \times 100}{\sum_{15}^{49} P_x^t} (\approx) \frac{P_{50+}^t}{\sum_{15}^{49} P_x^t} \times 100$$

Población regresiva (vieja)

$$\frac{\frac{15 P_0^t}{49} \times 100}{\sum_{15}^{49} P_x^t} (<) \frac{P_{50+}^t}{\sum_{15}^{49} P_x^t} \times 100$$

En Puerto Rico para el año 2000 la población de 0 a 14 (P_{0-14}) fue de 906,368 habitantes; la población de 15 a 49 (P_{15-49}) fue de 1,897,742 habitantes y la población mayor de 50 (P_{50+}) fue de 1,004,500 habitantes (ver tabla 12). Según la ecuación diecisiete, el índice de Sundbarg podría calcularse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} I_{sundbarg}^t &= \frac{\frac{15 P_0^t}{49} \times 100}{\sum_{15}^{49} P_x^t} \\ I_{sundbarg} &= \frac{906368}{1897742} \times 100 \\ I_{sundbarg} &= .477603 \times 100 \\ I_{sundbarg} &= 47.76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{sundbarg}^t &= \frac{P_{50+}^t}{\sum_{15}^{49} P_x^t} \times 100 \\ I_{sundbarg} &= \frac{1004500}{1897742} \times 100 \\ I_{sundbarg} &= .529331 \times 100 \\ I_{sundbarg} &= 52.93 \end{aligned}$$

Utilizando como base la P_{15-49} en Puerto Rico para el año 2000 el índice de Sundbarg de la P_{0-14} fue de 47.76 y el índice de Sundbarg de la P_{50+} fue de 52.93. Estos datos sugieren que en Puerto Rico para el año 2000 su población tenía un comportamiento regresivo lo que la ubicaba en una población vieja (ver tabla 12).

Tabla 12: Índice de Sundbarg, Puerto Rico: 1970-2000

Años	Grupos de edades seleccionados			Índice de Sundbarg ($I_{Sundbarg}$)	
	${}_{15}P_0$	${}_{35}P_{15}$	P_{50+}	$[\frac{{}_{15}P_0}{{}_{35}P_{15}}]100$	$[\frac{P_{50+}}{{}_{35}P_{15}}]100$
1970	990,920	1,260,428	460,685	78.62 >	36.55 (joven)
1980	1,009,274	1,580,418	606,828	63.86 >	38.40 (joven)
1990	958,219	1,795,256	768,562	53.38 >	42.81 (joven)
2000	906,368	1,897,742	1,004,500	47.76 <	52.93 (vieja)

Fuente: Cálculos realizados por el autor con datos obtenidos de la tabla 2.

Índice de Burgdöfer ($I_{Burgdöfer}$)

Compara los porcentajes de población en los grupos de 5 a 14 (P_{5-14}) y de 45 a 64 años (P_{45-64}). Si el primero es mayor que el segundo la población es joven, si son aproximadamente iguales es madura y si es menor la población es vieja. La fórmula estaría expresada de la siguiente manera:

$$\%P_{(5-14)} = \frac{\sum_5^{14} P_x^t}{P_x^t} \times 100 \quad \%P_{(45-64)} = \frac{\sum_{45}^{64} P_x^t}{P_x^t} \times 100 \quad (18)$$

Donde;

$$\%P_{(5-14)} > \%P_{(45-64)} \text{ Población joven}$$

$$\%P_{(5-14)} \cong \%P_{(45-64)} \text{ Población madura}$$

$$\%P_{(5-14)} < \%P_{(45-64)} \text{ Población vieja}$$

En Puerto Rico para el año 2000 la población de 5 a 14 (P_{5-14}) fue de 610,962 habitantes y la población de 45 a 64 (P_{45-64}) fue de 812,483 habitantes (ver tabla 13). La población total de Puerto Rico para el año 2000 (P^{2000}) fue de 3,808,610 habitantes. Según la ecuación dieciocho, el índice de Burgdöfer podría calcularse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \% P_{5-14} &= \frac{\sum_5^{14} P_x^{2000}}{P_x^{2000}} \times 100 \\ \% P_{5-14} &= \frac{610962}{3808610} \times 100 \\ \% P_{5-14} &= .160416 \times 100 \\ \% P_{5-14} &= 16.04 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \% P_{45-64} &= \frac{\sum_{45}^{64} P_x^{2000}}{P_x^{2000}} \times 100 \\ \% P_{45-64} &= \frac{812483}{3808610} \times 100 \\ \% P_{45-64} &= .213328 \times 100 \\ \% P_{45-64} &= 21.33 \end{aligned}$$

Utilizando como base la población de Puerto Rico para el año 2000 el índice de Burgdöfer de la P_{5-14} fue de 16.04 y el índice de Burgdöfer de la P_{45-64} fue de 21.33. Estos datos sugieren que Puerto Rico para el año 2000 su población tenía un comportamiento regresivo lo que la ubicaba en una población vieja (ver tabla 13).

Tabla 13: Índice de Burgdöfer, Puerto Rico: 1970-2000

Años	Grupos de edades seleccionados		Índice de Burgdöfer ($I_{Burgdöfer}$)	
	${}_{10}P_5$	${}_{20}P_{45}$	$[{}_{10}P_5 \div P^t]100$	$[{}_{20}P_{45} \div P^t]100$
1970	672,814	405,574	24.81	> 14.95 (joven)
1980	668,622	499,279	20.92	> 15.62 (joven)
1990	656,046	621,662	18.63	≅ 17.65 (madura)
2000	610,962	812,483	16.04	< 21.33 (vieja)

Fuente: Cálculos realizados por el autor con datos obtenidos de la tabla 2

Índice de grado de envejecimiento de Sauvy (I_{sauvy})

Es un índice de vejez que consiste en dividir el número de efectivos *viejos* (P_{60+}) por el de *jóvenes* (P_{0-19}) y multiplicarlo por 100. Si lo que se obtiene supera el 30% estamos ante una población vieja. La fórmula estaría expresada de la siguiente manera:

$$I_{sauvy}^t = \frac{P_{60+}^t}{{}_{20}P_0^t} \times 100 \quad (19)$$

En Puerto Rico para el año 2000 la población de 0 a 19 (P_{0-19}) fue de 1,219,804 habitantes y la población de 60 años o más (P_{60+}) fue de 585,701 habitantes (ver tabla 14). Según la ecuación diecinueve, el índice de Sauvy podría calcularse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} I_{sauvy}^t &= \frac{P_{60+}^{2000}}{{}_{20}P_0^{2000}} \times 100 \\ I_{sauvy} &= \frac{585701}{1219804} \times 100 \\ I_{sauvy} &= .480160 \times 100 \\ I_{sauvy} &= 48.02 \end{aligned}$$

En Puerto Rico para el año 2000 el índice de Sauvy fue de 48.02 sugiriendo que superado el 30 por ciento la población puede considerarse vieja (ver tabla 14).

Tabla 14: Índice de Sauvy, Puerto Rico: 1970-2000

Años	Grupos de edades seleccionados		Índice de Sauvy I_{sauvy}
	P_{0-19}	P_{60+}	
1970	1,282,246	258,661	20.17
1980	1,346,408	357,504	26.55
1990	1,284,936	465,736	36.25
2000	1,219,804	585,701	48.02

Fuente: Cálculos realizados por el autor con datos obtenidos de la tabla 2

Edad mediana (Md)

El envejecimiento de la población es constituido por un cambio en la distribución de la población de un país hacia mayores edades. Uno de los indicadores que puede reflejar dicho cambio es la edad mediana. La mediana es el valor que se encuentra en el centro de un conjunto. Por consiguiente, es el valor que divide la población o la muestra en dos parte iguales; de tal forma que la mitad de los valores son mayores que la mediana y la otra mitad es menor que la mediana. Una de las cualidades de esta medida es que los valores extremos no afectan el resultado. Se ha establecido que una población con una mediana de edad de 20 años o menos se considera joven; una población con una edad mediana entre 20 a 29 años se considera que esta en transición y una población con una mediana que supere los 30 años es considerada vieja. Puerto Rico en el año 2000 reporto una edad mediana de 32.1 años lo que sugiere que la población al superar la mediana de los 30 años la misma se considera vieja. Por otro lado la edad mediana supone que el 50 por ciento de la población tiene 32.1 años o menos o 32.1 años o más.

Referencias

- Arriaga, Eduardo E. (1994). Population Analysis with Microcomputers. Vo1. 1, Bureau of the Census.
- Caselli, Graziella, Vallin, Jacques, and Wunsch, Guillaume. (2006). Demography: Analysis an Synthesis. Vol (1-3). London:ELSEVIER Academic Press.
- Grundy EMD. (1997). Populations and population dynamics. En: Detels R, Holland WW, McEwen JMc, Omenn GS. Editores. *Oxford textbook of Public Health, vol 1. The Scope of Public Health*. London: Oxford University Press.
- Leguina J. (1992). *Fundamentos de demografía*. Madrid: Siglo XXI.
- Livi Bacci M. (1993). *Introducción a la demografía*. Barcelona: Ariel.
- Siegel, Jacob & Swanson David. (2004). *The methods and materials of demography*. Second Edition, ELSEVIER, Academic Press.
- Sierra A, Almaraz A, Doreste JL. (2001). Demografía y salud pública. Demografía estática. En: Gil P. *Medicina Preventiva y Salud Pública*. Barcelona: Masson.
- Torres Degró, Arnaldo y Evelyn Afanador Mejías. (2005). *Estadística Descriptiva en el Campo Social Puertorriqueño, 2005*. Primera edición, Mayagüez, Puerto Rico: Antillana College Press.
- Torres-Degró, A. (2010). Notaciones o nomenclaturas: Aplicaciones demostrativas para la demografía. *CIDE digital*, 1(1),58-77. Recuperado de [http://demografia.rcm.upr.edu/CIDE-Digital\[vo1no1\]-abril-2010/art04.pdf](http://demografia.rcm.upr.edu/CIDE-Digital[vo1no1]-abril-2010/art04.pdf)