

Teoría, metodología y análisis demodinámico en prospectiva mundial hacia el año 2100.

López-Pablos, Rodrigo.

Cita:

López-Pablos, Rodrigo (2016). *Teoría, metodología y análisis demodinámico en prospectiva mundial hacia el año 2100*. Séptimo Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población. Asociación Latinoamericana de Población, Foz do Iguaçu.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/rodrigo.lopezpablos/5>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/pXmk/yfX>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.

TEORÍA, METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DEMODINÁMICO EN PROSPECTIVA MUNDIAL HACIA EL AÑO 2100*

Lopez-Pablos, Rodrigo**

UNLaM

rodrigo.lopezpablos@educ.ar

VII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población
Foz do Iguazu, PR/Brasil, de 17 a 22 de Outubro de 2016



Palabras clave: análisis demodinámico; magnitud demodinámica; eficacia demodinámica; variantes de proyección

Palabras chave: análise demodinâmica; quantidade demodinâmica; eficácia generacional; variantes de projeção

Teoría demográfica

1. INTRODUCCIÓN

El mundo se enfrenta a desafíos climáticos y de desarrollo sustentable, contempla y demanda de nuevas herramientas de análisis para la evaluación y suposición de escenarios posibles, para el tratamiento y la planificación en prospectiva del fenómeno demográfico hipotético en el largo plazo. Al igual que todas las épocas, la civilización se ha servido de las mejores herramientas a su alcance para hacer más y mejor prospectiva en la toma de decisiones a futuro; en esa búsqueda, se propone la aplicación de una metodología demodinámica en demografía que haga prospectiva más allá de los horizontes habituales, a la vez que sostenga y promulgue una estructura de representación poblacional sistémica, de

*Trabajo completo considerado en Sesión del tópico “Teoría demográfica”. Todos los hipertextos referenciales e hiperenlaces se encuentran validados a la fecha.

**Investigador en ciencias económicas e informáticas. Usuales cláusulas de responsabilidad institucional son asumidas por el autor.

constructos metodológicos desde las ciencias demográficas. Similarmente a las estimaciones demodinámicas elaboradas para los BRICS y la OCDE, para la generación humana presente en desarrollo para el lapso 2010-2040 (LOPEZ PABLOS, 2015); en este trabajo, se propone llegar a las mismas magnitudes demodinámicas, solo que ahora con un enfoque de mayor alcance a nivel civilizatorio; en prospectiva para el planteo de los problemas que aquejan al ser humano generacionalmente, y que puedan afectar directa o indirectamente su bienestar y sus posibilidades de supervivencia. Frente a los desafíos globales que amenazan el bienestar y la supervivencia humana en el largo plazo esta pesquisa intentará plantearse las siguientes incógnitas:

- ¿Es posible comprender y explicar transdisciplinariamente los fenómenos demográficos como fenómenos de una misma energía biológica en el tiempo?
- ¿Es posible obtener un indicador demográfico omnímodo capaz de resumir en un solo indicador población, crecimiento, reposición y bienestar humano?
- ¿Es posible evaluar el rendimiento reproductivo de la población tanto en su reemplazo como en su bienestar humano integral?
- ¿Podemos realizar prospectiva sobre los efectos adversos en el bienestar integral en una medida demográfica generacional?
- ¿Podemos llegar a algún indicador que posea una idea de bienestar general e integrada más allá de la expectativa de vida poblacional al nacimiento?

Consecutivamente a estas hipótesis, se presentan los objetivos a los que aspira esta pesquisa.

1.1. Objetivos del trabajo

El trabajo en cuestión presenta los siguientes objetivos:

- Contribuir al estudio de una demografía de largo plazo de alcance generacional para la resolución y conciencia de los problemas de supervivencia del ser humano.
- Introducir nuevos indicadores demodinámicos al estudio demográfico tradicional.
- Mejorar las prácticas en demografía prospectiva de largo plazo.
- Estimar las magnitudes demodinámicas mundiales hasta 2100 en todos los prospectos de proyección disponibles de las Naciones Unidas.

En la siguiente Sección 2 se describen los fundamentos energéticos, transdisciplinarios y sistémicos del fenómeno demográfico, para luego presentar los materiales de confección, datos y aproximación demográfica generacional de esta pesquisa en la Sección 3. En la Sección 4, se desglosa la metodología demodinámica utilizada para llegar a la evidencia empírica, y su discusión, ambas desplegadas en la Sección 5; para finalizar con las conclusiones en la Sección 6.

2. FUNDAMENTACIÓN ENERGÉTICA Y TRANSDISCIPLINAR DEL FENÓMENO DEMOGRÁFICO

El análisis demodinámico propuesto contempla la adopción de un enfoque epistemológico naturalista, en analogía a los sistemas naturales, donde se describen los mismos fenómenos poblacionales observados pero desde una perspectiva biológica energética; tal paradigma puede encontrarse presente de forma primitiva en el enfoque del demógrafo Massimo Livi Bacci (LIVI BACCI, 1994, p. 13-14), el cual afirmaba la existencia de una energía poblacional caracterizando así al estudio y el análisis demográfico de forma semejante a los procesos naturales, *i. e.*: aquel autor entendía y relacionaba altos niveles de fecundidad y mortalidad con estados equivalentes a niveles elevados de desorden o de entropía demográfica; o bien su viceversa: asignando menores niveles de entropía demográfica a menores incidencias de fecundidad y mortalidad. El desarrollo de una demografía sistémica demodinámica, como rama sistémica de la primera, resume una síntesis de todo movimiento demográfico hacia un solo enfoque sistémico en donde, *a priori*, analiza las poblaciones entendiendo a ambos movimientos como un sistema de energía demográfica; en el cual se analizan conjuntamente tanto los movimientos de los fenómenos demográficos espaciales y naturales como uno solo a través del tiempo; *ad eudem* a los sistemas naturales, la causalidad del tiempo como motor fenoménico generador de irreversibilidades en todo cambio demográfico. El demógrafo Livi Bacci ya había ilustrado la dinámica del fenómeno poblacional agregado en la forma de sistema, de donde se tomó la siguiente Figura 1 ilustrada a continuación.

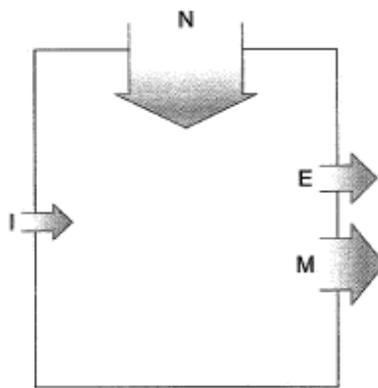


FIGURA 1: Población como sistema
(En base a LIVI BACCI, 1981, p. 7)

De la Figura 1, se observa para un aglomerado poblacional determinado en un momento del tiempo, puede ser descripto sistémicamente, pues cuenta con un **flujo de entrada** $M_0(N$ e I), donde I corresponde a la inmigración mientras N es la natalidad, y un **flujo de salida** $M_1(E, M)$ donde E corresponde a la emigración y M la mortalidad, lo que contempla la expresión simple de fenómenos demográficos en la forma de sistema. Si la analogía sistémica del fenómeno demográfico se expande ahora a dos momentos del tiempo, y esta se entiende como una **energía poblacional** entrante en un momento inicial del tiempo, la cual puede transformarse con el paso del tiempo en otras modalidades fenoménicas de la misma demografía, con pérdida, ganancia o invariancia de su consistencia; de manera análoga a los principios termodinámicos y los principios físicos de la conservación de la energía. La exégesis energética demográfica livibacciana puede ser expresada mediante fuerzas subyacentes que impulsan los fenómenos demográficos, semejante a los sistemas naturales, donde todo sistema demográfico puede ser representado sistémicamente, en tanto y en cuanto determinese a priori los límites de su espacio y un momento inicial de referencia a partir de la información con la que se cuente como precisa la teoría de sistemas.

3. MATERIALES, DATOS Y VARIANTES DE PROYECCIÓN

Al igual que la confección de este documento escrito, las estimaciones demodinámicas se produjeron con MiKTeX, procesador de texto del sistema operativo libre y cooperativo

GNU. Para la creación de las figuras globulares correspondientes a los gráficos demodinámicos generacionales e intergeneracionales, se empleó el software de IBM libre y gratuito *ManyEyes* de infográficas en lenguaje java¹.

3.1. Datos

La evidencia que valida la metodología presentada en la Sección 4, toma datos oficiales de las Naciones Unidas donde se consideran estimaciones demodinámicas, *i. e.*: cálculos de la masa poblacional, la fuerza poblacional y la eficacia civilizatoria para todas las poblaciones humanas entre 2010 y su prospección hasta 2100 en sus ocho (8) variantes de proyección disponibles. Los datos de esta investigación se fundamentan en bases de datos provistos por la última revisión de los Prospectos de Población Mundial — UNWPP 2012 (Acrónimo en inglés de United Nations World Population Prospects a su última edición de 2012), de la División de Población correspondiente al Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. El acceso a los datos de prospección poblacional crudos, con última actualización al sistema fechada en agosto de 2013, se encuentran disponibles en la web (UNITED NATIONS, 2013). Estos incluyen variantes de proyección según fertilidad, mortalidad, migración y desviación respecto su media, como se describe inmediatamente a continuación.

3.2. Variantes de proyección poblacional

La última revisión metodológica de los prospectos incluyen ocho (8) variantes de proyección, donde cinco de las mismas se diferencian solo según el nivel de fertilidad supuesto así como los respectos a la mortalidad y la migración internacional (UNITED NATIONS, 2014, p. 38). La diferenciación de fertilidad de las variantes proveen una apreciación de los efectos que estas variantes poseen sobre las proyecciones de población finales. Las ocho (8) variantes de prospección: mortalidad constante, cuatro (4) variantes de fertilidad: baja, media, alta y constante; una variante sin cambios, migración nula y de reemplazo instantáneo, como se describe en la Tabla 1.

¹Lamentablemente, a la fecha de confección de este documento, este software analítico de datos e infografías fue desactivado por IBM research. Una alternativa para producir gráficos similares puede encontrarse en el software analítico de datos <http://tableau.com/>.

TABLA 1: Variantes de proyección poblacional.

Mortalidad constante (MC):	Asume mortalidad constante.
Fertilidad constante (FC):	Asume fertilidad constante.
Variante alta (VA):	Asume una fertilidad de 0,5 hijos por encima de su VM de proyección.
Reemplazo instantáneo (RI):	Asume una fertilidad equivalente a una <i>tasa de reproducción neta</i> igual a la unidad, la que asegura el reemplazo poblacional en el largo plazo.
Variante baja (VB):	Asume una fertilidad de 0,5 hijos debajo de su VM de proyección.
Variante media (VM):	Mediana de miles de trayectorias poblacionales proyectadas para cada nación estimada por la UNWPP.
Sin Cambios (SC):	Excepto migración internacional, asume fertilidad y mortalidad constante.
Migración nula (M0):	A diferencia de su VM de proyección, asume migración nula.

3.3. Aproximación demográfica generacional

Por otra parte, puesto que el análisis considera una aproximación empírica generacional de largo plazo, única forma posible de evaluar la efectividad civilizatoria, para ello se toman tres generaciones humanas del tiempo proyectado futuro, contando con treinta (30) años cada una como se presenta inmediatamente a continuación en la Tabla 2 para tres generaciones estimadas entre el años 2010 y 2100.

TABLA 2: Períodos generacionales en años según variantes.

GENERACIÓN:	PERÍODO TEMPORAL PROYECTADO.
Generación I (GI)	2010-2040 (MC, FC, VA, RI, VB, VM, SC, M0)
Generación II (GII)	2040-2070 (MC, FC, VA, RI, VB, VM, SC, M0)
Generación III (GIII)	2070-2100 (MC, FC, VA, RI, VB, VM, SC, M0)

La Tabla 2, resume el rango temporal, sus variantes y alcance para las generaciones a ser contempladas para el cálculo demodinámico de la Sección 5. Estos abarcan data demográfica correspondiente a una generación presente en desarrollo (2010-2040) y dos generaciones futuras (2040-2070, 2070-2100) en sus ocho (8) variantes de proyección poblacional mencionadas. Para su tratamiento, se presenta el desarrollo de la metodología demodinámica como sigue.

4. METODOLOGÍA DEMODINÁMICA

El formato metodológico se soporta una propuesta de nuevos indicadores demográficos que complemente al análisis demográfico tradicional o estándar; la metodología asumida descansa sobre investigaciones demográficas y económicas sobrevenidos en los últimos años, donde se busca arribar a un coeficiente de la potencialidad (y eficacia) de un grupo societario para su existencia y supervivencia civilizatoria de una generación a hacia la subsiguiente. La metodología desarrollada contempla la definición de las siguientes tres medidas demodinámicas básicas:

- Una magnitud escalar definida como **masa poblacional** o **demográfica** la cual resulta del múltiplo de su cantidad numeral absoluta y su esperanza de vida: se propone una nueva unidad demográfica de masa poblacional (ump).
- Una magnitud escalar definida como **fuerza poblacional** o **demográfica** la cual resulta del múltiplo de su velocidad de crecimiento poblacional y su masa poblacional correspondiente. Se propone una nueva unidad de fuerza poblacional en unidades de Malthus (uM).

- Magnitud adimensional definida como **rendimiento** o **eficacia demodinámica** que se obtiene del ratio entre la fuerza demodinámica de una población de un momento final sobre la misma fuerza en el momento de inicio del período temporal que contenga al menos el tiempo de una generación para una población dada. Se propone una nueva unidad de eficacia reproductiva η_d .

Para arribar a un estudio riguroso en la medición de los nuevos indicadores demográficos de tales energías demográficas presente se necesita establecer un marco proposicional acorde que apuntale la estructura propuesta formalmente. A continuación se definen las magnitudes demodinámicas esenciales para comprender la naturaleza del cálculo en base a desarrollos previos (LOPEZ PABLOS, 2014, p. 25-28).

Definición 1 Se define a la magnitud escalar m_{pop} , la expresada en unidades de masa poblacional (ump), el cual indica la potencialidad temporal total de un grupo humano determinado, *q.e.* su *masa poblacional* o *masa demográfica* de una población en términos de su cantidad absoluta P y la esperanza de vida fenoménica² $Esp(\bar{V}(*))_{pop}$ de la misma, t.q. $m_{pop} = Esp(\bar{V}(*))_{pop} \cdot P$.

De la **definición 1** se diferencia la esperanza de vida fenoménica $Esp(\bar{V}(*))_{pop}$, elemento principal para la determinación de la magnitud, se obtiene de la diferencia entre la esperada de vida al nacimiento $Esp(V)$ y la edad mediana E_{med} tal que.

Esperanza de vida fenoménica que representa el tiempo promedio planificable esperable por el actor humano, no solo al acontecer por el tiempo esperado de vida al nacer; sino además, el tiempo disponible real con que cuenta una sociedad al descontarse la edad mediana de un mismo aglomerado poblacional. La situación fenoménica, relacionada con la percepción de distancia con la finitud y la vida del individuo, es la que dispara la acción humana como lo son las decisiones de planificación familiar y demográficas incluidas en ellas.

Definición 2 Se define una magnitud vectorial M_{pop} expresada en unidades Malthus (uM) como la *fuerza poblacional* o *fuerza demográfica* de un grupo humano determinado, representada a través del múltiplo entre la velocidad de crecimiento poblacional $\vec{\alpha}_{pop}$ y su masa; $E(\bar{V}(*))_{pop}$ de la misma, t.q. $M_{pop} = \vec{\alpha}_{pop} \cdot m_{pop}$.

De la ecuación arribada en la **definición 2**, $\vec{\alpha}_{pop}$ le corresponde la aceleración poblacional equivalente al **ritmo de crecimiento** o **velocidad de crecimiento** poblacional en un

²A esta magnitud demográfica la entendemos como la esperanza como la *esperanza media de vida al nacimiento* o *vida media*, la cual representa la duración media de la vida de los individuos sometidos a la mortalidad de la tabla desde el nacimiento, menos la edad mediana del grupo en cuestión.

período dado, que multiplicado por su masa m_{pop} obtenemos la fuerza M_{pop} lo que nos habilita ahora sí al cálculo de la eficacia demodinámica como sigue.

Definición 3 La *eficacia demodinámica o civilizacional* (η_d) es la que se obtiene del coeficiente obtenido del ratio entre una fuerza poblacional del momento final sobre otra al momento inicial del período temporal en el que se efectúa la estimación de la *eficacia demodinámica o civilizacional* de un conjunto poblacional dado, lo que puede expresarse en la siguiente ecuación:

$$\eta_d = \frac{M_1(m_{pop}, \alpha)}{M_0(m_{pop}, \alpha)} \quad (1)$$

Por lo tanto, la eficacia demodinámica η_d es equivalente al cociente sistémico entre una fuerza demográfica de entrada (M_0) y otra al momento de salida (M_1); ergo, homólogo a la Figura 1 pero considerando dos momentos del tiempo t_0 y t_1 . Donde el coeficiente η_d representa una magnitud acultural y adimensional del rendimiento omnímodo y demográfico pues además de considerar el rendimiento demográfico trivial considera también el tiempo potencial planificativo disponible del individuo para la conformación del bienestar fenoménico del mismo (LOPEZ PABLOS, 2012, p. 108, 114). Ya habilitados sobre una breve introducción en demodinámica se procede en la aplicación práctica de la metodología descripta³.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LAS ESTIMACIONES

Como resultados esperados de la investigación, en base a los cálculos efectuados se espera llegar a las estimaciones de las masa demodinámica, la fuerza demodinámica y la eficacia generacional demodinámica para la presente y subsiguientes generaciones de ambas regiones económicas donde se busca explorar los fundamentos energéticos y naturales detrás de un análisis sistémico para el estudio de las poblaciones humanas.

5.1. Cálculo de la masa y las fuerzas poblacionales 2010-2100

En base a las **definiciones 1 y 2**, *ut supra* descriptas se procedió a las estimaciones de las

³Para acceder a un mayor detalle de la metodología abordada ab origine, visitar el trabajo de tesis doctoral del autor (LOPEZ PABLOS, 2014, p. 24-27, p. 62-64).

siguientes magnitudes demodinámicas de las fuerzas y masas poblacionales de la primera generación I, como se presenta a continuación en la Tabla 3.

TABLA 3: Cálculo de magnitudes demodinámicas mundiales para la generación GI.

Variante de proyección	GI	ump	uM
MC	2010-2040	2.84×10^{11}	2.06×10^{11}
FC	2010-2040	3.92×10^{11}	4.56×10^{11}
VA	2010-2040	4.40×10^{11}	5.18×10^{11}
RI	2010-2040	3.59×10^{11}	2.73×10^{11}
VB	2010-2040	2.97×10^{11}	1.75×10^{11}
VM	2010-2040	3.28×10^{11}	2.93×10^{11}
SC	2010-2040	3.42×10^{11}	3.42×10^{11}
M0	2010-2040	3.71×10^{11}	3.31×10^{11}

Fuente: Elaboración propia a partir de datos oficiales de las Naciones Unidas.

Una primera apreciación inmediata al lidiar empíricamente con unidades de masa poblacional (ump) y unidades de Malthus (uM) sus grandes órdenes de magnitud *ad valorem* de los volúmenes demodinámicos resultados en el orden de los cien mil millones de ump y uM (10^{11})⁴. En la GI, como es de esperarse demográficamente, tanto en uno como en otro caso las variantes de proyección más altos corresponden a las variantes altas y de fertilidad constante (VA, FC); y las de menor dimensión, a las variantes bajas y de mortalidad constantes (VB, MC).

Ahora para la generación GII, se estimó las mismas magnitudes siguiendo las **definiciones 1 y 2** como se detalla a continuación en la Tabla 4.

TABLA 4: Cálculo de magnitudes demodinámicas mundiales para la generación GII.

Variante de proyección	GII	ump	uM
MC	2040-2070	2.58×10^{11}	1.10×10^{10}
FC	2040-2070	5.85×10^{11}	8.23×10^{11}
VA	2040-2070	5.78×10^{11}	5.33×10^{11}
RI	2040-2070	4.14×10^{11}	1.25×10^{11}
VB	2040-2070	2.81×10^{11}	-2.75×10^{10}
VM	2040-2070	3.93×10^{11}	1.68×10^{11}
SC	2040-2070	3.86×10^{11}	3.84×10^{11}
M0	2040-2070	4.52×10^{11}	1.92×10^{11}

Fuente: Elaboración propia a partir de datos oficiales de las Naciones Unidas.

⁴Por su alto orden de magnitud, es conveniente expresar los cálculos mediante notación científica de igual forma a como se despliegan los valores de los resultados arribados en las Tablas 3, 4 y 5.

En el período sobresale la fuerza demodinámica negativa en su variante baja (VB), con valor $-2,75 \times 10^{10}$, así como una reducción importante en la variante migración constante (MC) de $2,06 \times 10^{11}$ en la GI, a unos $1,10 \times 10^{10}$ en la GII, lo que supondría una disminución de $1,95 \times 10^{11}$ de uM intrageneración. En ambas magnitudes demodinámicas, la fertilidad constante (FC) se presenta con masa y fuerza mayor incluso por sobre la variante alta (VA), la otra variante con incrementos importantes. También para la tercera generación GIII, se estimó las mismas magnitudes como se detalla a en la Tabla 5.

TABLA 5: Cálculo de magnitudes demodinámicas mundiales para la generación GIII.

Variante de proyección	GII	<i>ump</i>	<i>uM</i>
MC	2070-2100	2.10×10^{11}	-7.09×10^{10}
FC	2070-2100	1.20×10^{12}	2.61×10^{12}
VA	2070-2100	7.80×10^{11}	6.44×10^{11}
RI	2070-2100	4.00×10^{11}	5.97×10^{10}
VB	2070-2100	3.46×10^{11}	-1.98×10^{11}
VM	2070-2100	4.95×10^{11}	9.00×10^{10}
SC	2070-2100	5.94×10^{11}	9.12×10^{11}
M0	2070-2100	5.62×10^{11}	1.00×10^{11}

Fuente: Elaboración propia a partir de datos oficiales de las Naciones Unidas.

Como se desprende de la Tabla 5 para la GIII, Notar que si bien las proyecciones que asumen fertilidad constante pueden alcanzar el billón de *ump* y *uM* ($2,61 \times 10^{12}$) hacia fin de siglo, paralelamente se hacen notorios los probables efectos de la segunda transición demográfica a nivel global al observarse la reducción de las fuerzas demográficas negativas tanto en sus variantes bajas como de migración constante. En la otra magnitud demodinámica Mpop, parece acentuarse visiblemente los efectos de la transición pues aquellos parecen alcanzar además de la migración constante ($-7,09 \times 10^{10}$) y la variante baja ($-1,98 \times 10^{11}$) –ahora también con valores negativos– a la variante media (VM) y de reposición instantánea (RI) ahora con magnitudes de orden de los diez mil millones (10^{10}) de *uM*. Como se desprende de las tablas anteriores se puede observar los resultados gráficamente para las masas poblacionales en todas sus variantes en la Figura 2, en la gráfica globular a continuación.

Ahora distinguible gracias a la visualización globular con identificación cromática para cada variante de proyección en cada una de las generaciones estudiadas que ofrece la

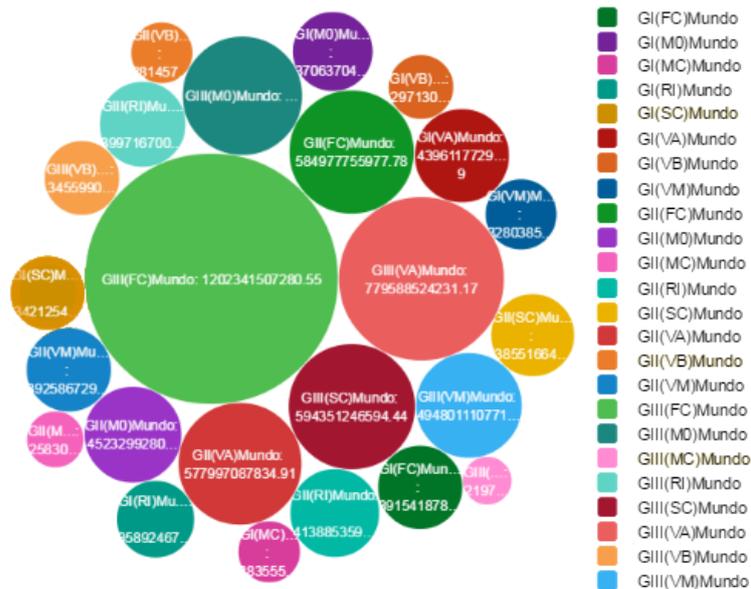


FIGURA 2: Masas poblacional mundial proyectada para las tres generaciones GI, GII, GIII, en todas sus variantes de proyección.

Figura 2, se distingue los mayores volúmenes de masa demográfica para las variantes altas (VA) y de fertilidad constante (FC) correspondientes la tercera generación GIII –los dos grandes globos del centro de la imagen⁵–. El gran globo central izquierdo de la Figura 2, es la única que alcanza el billón de *ump*. Ilustrativamente, ahora para las fuerzas demográficas del mundo, se aprecia a continuación las gráficas para las magnitudes en uM en las tres generaciones GI, GII y GIII para todas y cada una de las variantes del globo, presente como sigue en la Figura 3.

De igual forma que en las Tablas 3, 4 y 5, las fuerzas demográficas para las variantes altas (VA), con fertilidad constante (FC), y sin cambios (SC) son las que presentan mayor fuerza, dada su masa y ritmo de crecimiento; entre las 3:10hs y las 6:10hs de la circunferencia, sobresale la variante con fertilidad constante para la tercera generación 2070-2100 como la mas fuerte doblando el billón de uM. Como se desprende de la Figura 3, puede observarse los valores negativos de fuerza demográfica consecuencia avanzada de su transición: la que empieza a aparecer relativamente tenue en la segunda generación en su variante baja –a las 3hs. en punto, en naranja oscuro–, y en forma ya decidida, en dos variantes en la tercera generación GIII: con mortalidad constante (MC) –a las 6:30hs. de la Figura 3– y con variante baja (VB) –a las 8:50hs. de la Figura 3–.

⁵Adviértase que el software analítico empleado para la confección de las infografías, no presenta las magnitudes en notación científica.

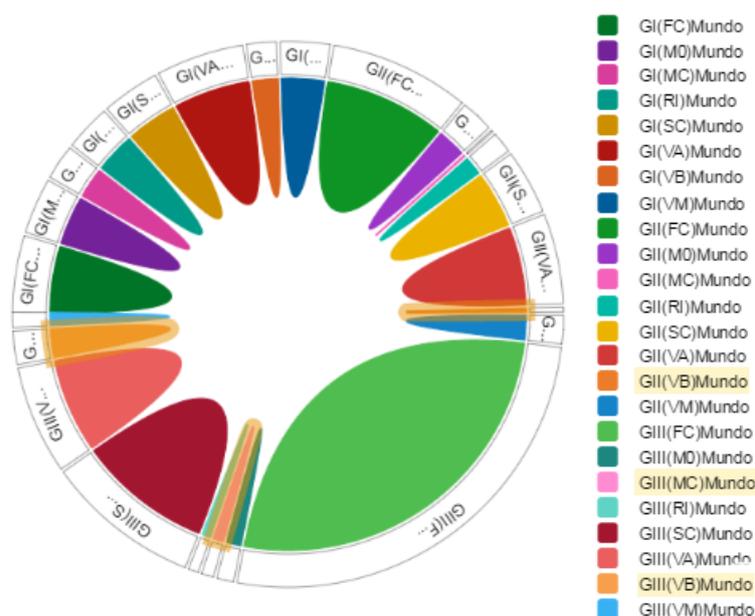


FIGURA 3: Fuerzas poblacional mundial proyectada para la tres generaciones 2010-2100 (G1-GII-GIII), en todas sus variantes de proyección.

Mientras que las proyecciones en masa demográfica parecen ser crecientes y en todas las proyecciones mantenerse en el orden de los cien mil millones (10^{11}) o incluso alcanzar el billón de ump (10^{12}) en la GIII, el devenir proyectado de la fuerza poblacional parece ser más susceptible y sensible a las variantes de proyección poblacional asumidas. Como se aprecia a partir de la GII 2040-2070 donde los efectos de la segunda transición demográfica empiezan a hacerse visible en su variante baja y aún mucho más para el mundo en la GIII. Los niveles de tanto de masa como de fuerza poblacional en esta pesquisa, son relativamente altos; pues al estimarse magnitudes para todo el globo, aquellos presentan valores demodinámicos superiores a otros trabajos similares que lo hacían para macro regiones económicas específicas, como lo son las magnitudes demodinámicas de los países que conforman los macroaglomerados del BRICS y la OCDE. Las magnitudes demodinámicas mundiales se encuentran por lo general en un orden de magnitud mayor en al menos una o dos décimas por encima del aglomerado BRICS ($10^{11} - 10^{10}$) y el aglomerado OCDE ($10^{10} - 10^9$) (LOPEZ PABLOS, 2015). Adicionalmente, una observación sobre las suposiciones sobre estas magnitudes asumen holgada capacidad de carga sin vestigio avizorable de escenarios medioambientales adversos que supongan amenazas para la supervivencia. Prospectivamente, la suposición de una u otra trayectoria ayuda definitivamente en lo que hace a la presunción hipotética de múltiples escenarios aparentes y adaptables a distintos prospectos posibles; no obstante la evaluación demodinámica de

tales trayectorias debe contemplar la intensidad marginal de las aceleraciones del ritmo de crecimiento poblacional expresado en el coeficiente de rendimiento de la **definición 3** como se calcula y estudia a continuación.

5.2. Cálculo de la efectividad demodinámica generacional 2010-2100

Con rigurosidad de la **definición 3**, y ya contando *a priori* con los valores de fuerzas necesarios para la tarea, se procede a la estimación la eficacia civilizacional demodinámica, primero partiendo lo que queda del siglo en dos periodos de evaluación demodinámica intergeneracional de 60 años cada una 2010-2070 –GII/GI– y 2040-2100 –GIII/GII–, como se presenta a continuación en la Tabla 6. Para finalmente evaluar los 90 años totales que resumen el rendimiento de las tres generaciones proyectadas para el rango 2010-2100 –GIII/GI– como se desprende *ut infra* en la Tabla 7. A continuación los resultados intergeneracionales comparativos en todas las variantes, para el primer caso.

TABLA 6: Rendimiento intergeneracional demodinámico GII-GI y GIII-GII.

GI	ED(ηd)	GII	ED(ηd)	GIII
GI(MC)	0,05	GII(MC)	-6,46	GIII(MC)
GI(FC)	1,81	GII(FC)	3,17	GIII(FC)
GI(VA)	1,03	GII(VA)	1,21	GIII(VA)
GI(RI)	0,46	GII(RI)	0,48	GIII(RI)
GI(VB)	-0,16	GII(VB)	7,20	GIII(VB)
GI(VM)	0,57	GII(VM)	0,54	GIII(VM)
GI(SC)	1,12	GII(SC)	2,38	GIII(SC)
GI(M0)	0,58	GII(M0)	0,52	GIII(M0)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos oficiales de las Naciones Unidas.

Puesto que el coeficiente η representa la eficacia energética del propio sistema para reproducirse a sí mismo sucesivamente generación tras generación, este expone el nivel de funcionamiento demográfico sistémico-energético general; en este caso, se calculó tanto la efectividad GII/GI como GIII/GII. En la primera intergeneración, se visualizan valores similares de eficacia demodinámica, solamente con leve pérdida de rendimiento negativo para su VB. En la segunda evaluación intergeneracional, respecto la primera, que va desde 2040-2100, de acuerdo con su mayor lejanía temporal, en los prospectos se aprecia una multifurcación de las trayectorias con una clara destrucción de masa poblacional

en su variante MC ($\eta_{GII/I(MC)} = -6,46$), lo que supondría desactivar algunos supuestos de la segunda transición de mejora global en la expectativa de vida. Comparativamente, siempre en sus variantes medias, las eficacias intergeneracionales $\eta_{GII/I}$ –primera parte s. XXI– y $\eta_{GIII/II}$ –segunda parte s. XXI– se tiene una tendencia a la disminución de la eficacia energética demodinámica reproductiva puesto que $\eta_{GII/I(VM)} > \eta_{GIII/II(VM)}$, *i. e.*: $0,57 > 0,54$ entre ambos rendimientos, desde la primera a la segunda parte del siglo, reducción que entendemos asociada a estados avanzados de transición, de reducción de la fuerza demográfica en mas de la mitad para cada coeficiente, poniendo de relieve una caída en la natalidad. Visualmente, tales rendimientos pueden ilustrarse en siguiente gráfico de bandas de la Figura 4.

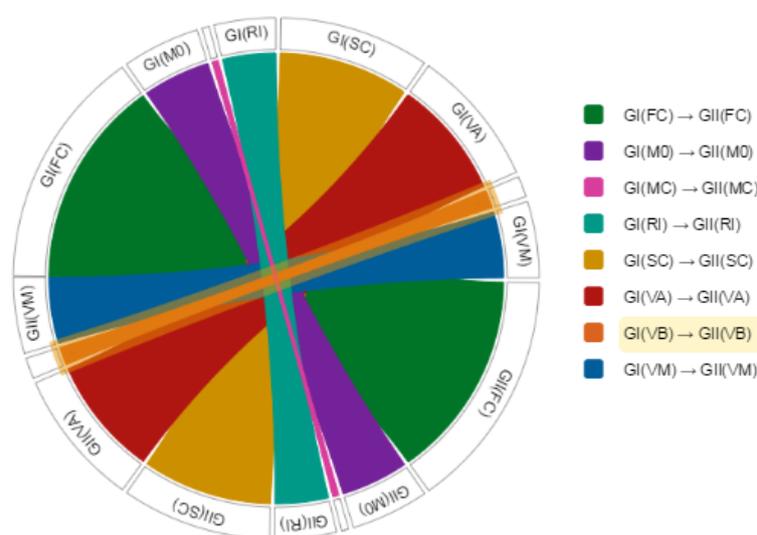


FIGURA 4: Efectividad demodinámica para el lapso intergeneracional 2010-2070 (GI-GII) en todas su variantes de proyección mundial.

Donde se aprecia la banda resaltada que atraviesa la circunferencia en el diámetro de las 8:40hs-2:20hs, correspondiente a la eficacia demodinámica negativa, de pérdida de volumen humano en cantidad y cualidad temporal para la intergeneración GI-GII para su variante baja, esta con valor $\eta_{GII/I(VB)} = -0,16$, donde su coeficiente negativo denota la presencia de fuerzas demodinámicas negativas y destrucción de masa poblacional; también se aprecia los rendimientos positivos $\eta_{GII/I(FC,SC,VA)} > 1$, representado crecimiento poblacional y de la esperanza de vida en intergeneración 2010-2070. A continuación, el mismo gráfico globular de rendimientos demodinámicos ahora para el intervalo 2100-2040 como se presenta en la siguiente gráfica circular de bandas de la Figura 5.

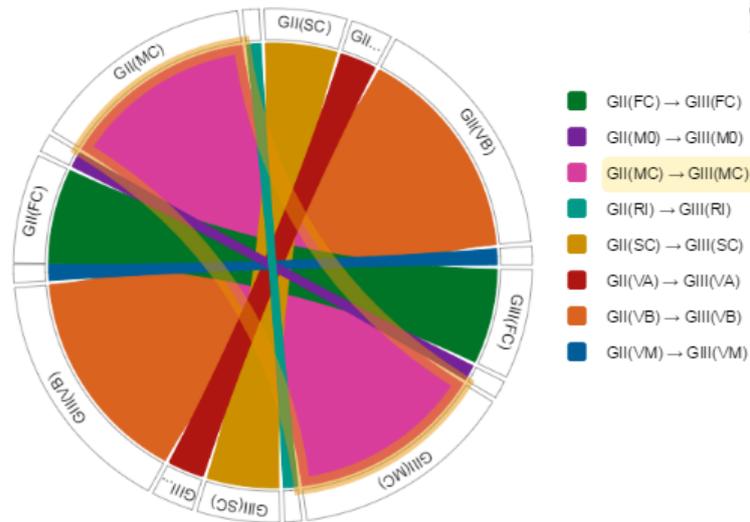


FIGURA 5: FIGURA 5: Efectividad demodinámica para el lapso intergeneracional 2040-2100 (GII-GIII) en todas sus variantes de proyección mundial.

De la Figura 5, sobresale la eficacia demodinámica negativa resaltado en la banda gruesa perteneciente al diámetro de las 10hs.-16hs. correspondiente a un rojo de $\eta_{GIII/II(MC)} = -6,46$ implicando una destrucción profunda de la masa demográfica acumulada hasta ese tiempo. Su VB también sobresale por su incremento relativo respecto la intergeneración anterior, y relativamente más importante que FC, la cual se ve reducida respecto su intergeneracional anterior.

En una apreciación completa de los rendimientos demodinámicos posibles de las distintas tablas proyecciones intergeneracionales para las tres generaciones se presenta en la Tabla 7 la eficacia intrageneracional entre las tres generaciones abarcando el lapso 2010-2100.

TABLA 7: Rendimiento intergeneracional demodinámico hacia fin de siglo (GIII-GI).

GI	ED(ηd)	GIII
GI(MC)	-0,34	GIII(MC)
GI(FC)	5,72	GIII(FC)
GI(VA)	1,24	GIII(VA)
GI(RI)	0,22	GIII(RI)
GI(VB)	-1,13	GIII(VB)
GI(VM)	0,31	GIII(VM)
GI(SC)	2,67	GIII(SC)
GI(M0)	0,30	GIII(M0)

La eficacia demodinámica desde la generación actual hacia fin de siglo, con rendimiento demodinámico de $\eta_{GIII/GI(VM)} = 0,31$, lo que revela un coeficiente aún positivo pero que implica la reducción a una tercera parte de la fuerza demodinámica hacia fin de siglo respecto la primera generación sin destrucción de masa poblacional. En este contexto, de no producirse grandes calamidades, al menos en su variante media, la civilización podrá sobrevivir el siglo XXI sin inconvenientes. Demográficamente, al observarse que en los tres casos intergeneracionales se tiene un $1 > \eta_{RI} > 0$ pero aún menor a la unidad, *i. e.*: su variante de reposición instantánea resulta siempre positiva pero sin superar la unidad, lo que implica una reducción en la magnitud fuerza sin que esta carcoma los volúmenes de masa poblacional existentes. Solamente las proyecciones que implican una variante baja y mortalidad constante suponen destrucción explícita de masa poblacional para fin de siglo y comienzos del siguiente.

Por otra parte, la superpoblación también significa una amenaza para respecto si las capacidades de carga planetarias no estuviera preparada para soportar grandes volúmenes poblacionales como el que supone una fecundidad constante $\eta_{GIII/GI(FC)} = 5,72$ casi sextuplicando las fuerzas demográficas desde ahora hasta fin de siglo. Sin la planificación adecuada reflejada *a posteriori* en mayor desigualdad, pobreza, crisis energética y ambiental. Los valores de la Tabla 7 expresados ahora en un círculo de bandas de rendimiento demodinámico se ilustra en la Figura 6.

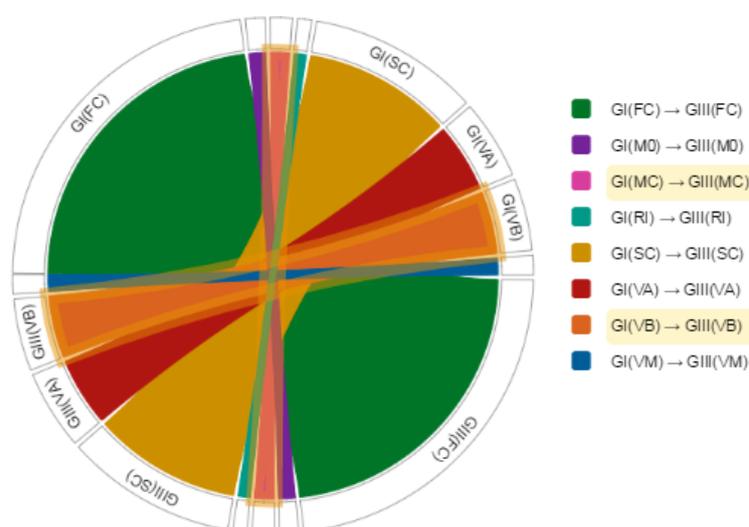


FIGURA 6: Efectividad demodinámica para el lapso intergeneracional 2010-2100 (GI-GIII) en todas sus variantes de proyección mundial.

Las variantes bajas y de mortalidad constante que suponen destrucción de masa poblacional pueden apreciarse en la Figura 6 en las dos bandas que atraviesan el círculo en las 0hs.-6hs. con valor $\eta_{GIII/GI(MC)} = -0,34$ y a las 2:40hs.-8:40hs. $\eta_{GIII/GI(VB)} = -1,13$ con rendimientos demodinámicos negativos; contrariamente, la banda más ancha de fertilidad constante –ya mencionada *ut dicitur*– se observa en el diámetro de las 10hs.-16hs., acaparando la mayor parte de la circunferencia; seguida de la variante sin cambios $\eta_{GIII/GI(SC)} = 2,67$ y la variante alta $\eta_{GIII/GI(VA)} = 1,24$ como variantes de trayectorias positivas y mayores a la unidad en su rendimiento demodinámico intergeneracional mundial.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo, se arribó al cálculo de magnitudes demodinámicas como medidas agregadas capaces de medir y llegar a nuevas unidades de mensura integrando las poblaciones y sus expectativa de vida en una sola dimensión para los mismos aglomerados poblacionales, tanto en su representación estática como dinámica en la observación del fenómeno demográfico agregado en el tiempo. La aproximación empírica de la pesquisa, analizó las poblaciones generacionalmente para un solo macroaglomerado mundial representativo de toda la civilización, en prospectiva hasta fin de siglo; validando así la metodología propuesta.

En general y en constancia de sus significados disímiles, los valores demodinámicos en ump y uM son similares en orden de magnitud, aunque en la mayoría de los casos los ump resultan superiores a las uM , estas diferencias se acentúan con el tiempo. Es notorio observar como a medida que tratamos trayectorias demodinámicas más alejadas del tiempo presente, las uM presentan mayor multifurcación y dispersión, mientras las ump se ven relativamente más estables. En analogía con la teoría de la transición demográfica, las trayectorias demodinámicas parecen expresar estadios más avanzados a medida que las trayectorias se aproximan a fin de siglo. Una clara evidencia de ello descansa en la menor energía demodinámica relativa presente intergeneracionalmente en las variantes medias de sus rendimientos, con clara disminución, denotando una caída del crecimiento poblacional. Al igual que en demografía tradicional, los prospectos de trayectorias demodinámicas que presentan mayores peligros de superpoblación –y con ello problemas de

pobreza, desigualdad, etc.– lo constituyen supuestos de fertilidad constante, variante sin cambios y variante alta; por otra parte, las variantes que suponen mayor destrucción de masa poblacional, –sin asumir ningún tipo de catástrofe natural o humana sino variaciones respecto la mortalidad o variante media– son la de mortalidad constante y variante baja.

En la evaluación de los rendimientos demodinámicos se desprende una disminución de la eficacia demodinámica para reproducir sus masas demográficas hacia fin de siglo; sin embargo, la disminución de ese rendimiento parece lentecerse al aproximarnos al año 2100, *i. e.*: en la intergeneración 2040-2100 respecto la de 2010-2070, lo que sugiere una tendencia hacia la disminución del ritmo de crecimiento en aproximación hacia un estado estacionario de postransición para la mayor parte del globo, incluidos las ahora naciones emergentes. Es de destacar la aplicación planificativa de la metodología desarrollada, contemplando su potencial largoplacista en las dimensiones económica, social y ambiental de forma integrada, como los presupuestados en los objetivos de desarrollo sustentable de la agenda de las Naciones Unidas para el año 2030 (UNITED NATIONS, 2015, p. 32).

Cabe preguntarse, como futuras líneas de investigación en demografía prospectiva, al estudiar trayectorias de lapsos de tiempo prolongado, que rol podrían jugar la suposición de ocurrencia de desastres naturales o humanos sobre variables clave como la esperanza de vida y la supervivencia de aglomerados poblacionales afectados. Si bien únicamente desastres humanos o naturales inconmensurables podrían poner en peligro la supervivencia humana hacia fin del siglo XXI, tanto la incidencia de sucesos positivos: –desarrollo tecnológico, avances médicos, etc.– como de sucesos negativos –desastres naturales, hambrunas, pobreza, marginalidad, crisis energéticas, conflictos bélicos–, también deberían ser absorbidos en el cálculo de los prospectos de población mundial con mención a cierta probabilidad de ocurrencia.

Ad consequentiam, es deseado un mayor desarrollo y complejidad de prospectos de población mundial; ya sea en una mayor sensibilidad de indicadores demográficos tradicionales al bienestar humano esperado, así como la propuesta de nuevas trayectorias que supongan nuevas variantes de prospección; esta vez, vinculados a sucesos de alto impacto que puedan condicionar en principio el bienestar humano y en últimas instancia del de la supervivencia de la especie. Estos podrían ser útiles a la hora de generar escenarios prospectivos también posibles y necesarios para la planificación y resolución hipotética de

los mismos en el caso de ocurrencia de desastres naturales o humanos de gran escala.

REFERENCIAS

LIVI BACCI, M. Notas sobre la Transición Demográfica en Europa y América Latina, **Actas de la IV Conferencia Latinoamericana de Población**, México: ABEP, CELADE, IUSSP, PROLAP y SOMEDE, Vol. 1, Primera Parte, pp. 13-28, 1994.

LIVI BACCI, M., **Introduzione alla demografia**, Tercera edición, Torino: Ed. Loescher [1999], 1981.

LOPEZ PABLOS, R. Análisis demodinámico para dos regiones económicas globales, **Asociación Argentina de Estudios de Población**, Salta: XIII Jornadas AEPA, 2015. Disponible em: <http://www.academica.org/rodrigo.lopezpablos/3>. Acceso em 22 abr. 2016

LOPEZ PABLOS, R. **Introducción al análisis demodinámico: un caso aplicado**, Tesis de Doctorado (versión liminar), La Matanza: Escuela de Posgrado y Formación Continua - UNLaM, 2014.

LOPEZ PABLOS, R. Teoría fenomenológica general del bienestar y la elección social, **Revista de Economía Política de Buenos Aires**, No. 12(6): 105-133, 2013. Disponible em: <https://ojs.econ.uba.ar/ojs/index.php/REPBA/article/view/557>. Acceso em 22 abr. 2016

UNITED NATIONS. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development, NY: Draft resolution for de adoption of the post-2015 development agenda, **General Assembly 70th. Session**, September, [Online], 2015. Disponible em: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1. Acceso em 22 abr. 2016

UNITED NATIONS. World Population Prospects: The 2012 Revision, Methodology of the United Nations Population Estimates and Projections, **Population Division - DESA**, Working Paper No. ESA/P/WP.235, 2014. Disponible em: <http://esa.un.org/unpd/wpp/>. Acceso em 22 abr. 2016

UNITED NATIONS. UN Data: a world of information, **United Nations Statistics Division**, [Online], 2013. Disponible em: <http://data.un.org/>. Acceso em 22 abr. 2016