

Universidad Nacional de Mar del Plata
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

Tesina de Grado
Licenciatura en Economía

**“Estimación de la Nairu argentina
2003-2017”**

Arcusa, Agustin

Mar del Plata

Febrero 2020

“Estimación de la Nairu argentina 2003-2017”

Autor: Agustin Arcusa

Director: Mg. Damián Errea

Co-director: Lic. Marcelo Sosa

Evaluadores: Dra. Victoria Lacaze

Dra. Daniela Calá

Resumen

En este trabajo se estimó la tasa natural de desempleo no aceleradora de la inflación argentina para el período comprendido entre el tercer trimestre de 2003 y el primer trimestre de 2017. Para lo cual se utilizaron diferentes métodos que incluyen el conocido filtro de Hodrick Prescott y cuatro diferentes especificaciones de Filtros de Kalman. Siendo el objetivo principal del presente trabajo contribuir a la literatura sobre la dinámica de inflación y desempleo en Argentina.

Para ello, se utilizan como variables explicativas el precio del barril de petróleo WTI, el tipo de cambio real multilateral y el índice de inflación mayorista de Estados Unidos. Las estimaciones fueron realizadas a partir de un filtro de Hodrick Prescott y diferentes especificaciones de filtros de Kalman. Para las estimaciones se han modelado las expectativas de inflación como adaptativas con el propósito de reflejar la inercia inflacionaria en un contexto de indexación de contratos y paritarias segmentadas.

Los resultados obtenidos fueron sensibles al tipo de método utilizado y a las diferentes formas adoptadas para realizar el filtro de Kalman. No obstante, los distintos métodos utilizados señalan presencias de baches inflacionarios y deflacionarios en los mismos subperíodos.

Palabras clave: Nairu; filtro de Kalman; Hodrick-Prescott; mercado de trabajo argentino; inflación.

Abstract

In this work, the natural rate of non-accelerating unemployment of Argentine inflation was estimated for the period between the third quarter of 2003 and the first quarter of 2017, for which different methods were used. Including the well-known Hodrick Prescott filter and four different specifications of Kalman filters. The main objective of this paper is to contribute to the literature on the dynamics of inflation and unemployment in Argentina.

To do this, the price of a barrel of WTI oil, the real multilateral exchange and the US inflation index were used as explanatory variables. For the estimates, inflation expectations have been modeled as adaptive in order to reflect inflationary inertia in a context of index contracts and segmented peers.

The results obtained were sensitive to the type of method used and the different ways adopted to perform the Kalman filter. However, the estimations indicate the presence of inflationary and deflationary potholes in the same subperiods.

Key words: Nairu; Kalman filter; Hodrick-Prescott; argentinian employment market; inflation.

Índice

1. Introducción	5
2. Marco Teórico	7
2.1. Origen y evolución de la Nairu	7
2.2. Formación de expectativas	14
2.3. Metas de inflación	15
2.4. Nairu variante y sus implicaciones para la política económica	18
2.5. Determinantes de la Nairu	19
2.5.1. Factores demográficos	19
2.5.2. Productividad	19
2.5.3. Rigideces en el mercado de trabajo	20
2.5.4. Estado de Bienestar y Desempleo:	21
2.6. Histéresis	23
2.7. Críticas a la utilización de la Nairu	25
2.7.1. Críticas a la metodología de estimación	25
2.7.2. Críticas al concepto	26
2.7.3. Galbraith	26
2.7.4. Rogerson	26
2.7.5. Eisner	27
2.7.6. Críticas a la utilización de la Nairu en países en desarrollo	27
2.7.7. Estudios empíricos	28
3. Metodología	30
3.1. Métodos estadísticos	30
3.2. Métodos estructurales	31
3.3. Métodos de forma reducida	31
3.4. Filtro de Kalman	33
3.4.1. Espacio-Estado	33
3.4.2. Funcionamiento del Filtro de Kalman	35
3.5. Filtro de Hodrick Prescott	39
3.5.1. El filtro HP bajo una perspectiva de problema de minimización	39
3.6. Filtro de Kalman	40
3.6.1. Modelo 1	40

3.6.2. Modelo 2	40
3.6.3. Modelo 3	41
3.6.4. Modelo 4	42
4. Datos	43
5. Resultados	44
5.1. Hodrick-Prescott:	44
5.2. Filtro de Kalman	46
5.2.1. Modelo 1	46
5.2.2. Modelo 2	48
5.2.3. Modelo 3	50
5.3. Análisis de resultados	51
5.4. Análisis de sensibilidad	53
5.5. Modelo 4	54
5.6. Comparación de resultados	56
5.7. Predicción de la Inflación	58
6. Conclusiones	62
7. Bibliografía	64
8. Anexo	69
8.1. Derivación filtro de Kalman	69

1. Introducción

La tasa de desempleo de la economía argentina ha experimentado una fuerte reducción durante el período comprendido entre el año 2003 y 2008. A pesar de esto, en los últimos años hemos presenciado picos de desempleo no vistos desde la crisis financiera internacional del 2008, cuyas repercusiones en el mercado de trabajo argentino fueron visibles en el año 2009, observándose paralelamente un incremento de la tasa de inflación.

En este contexto, en octubre del año 2016 el Ex Presidente del Banco Central de la República Argentina, Federico Sturzenegger, adopta un marco de metas de inflación que constituyó un quiebre en la conducción de la política monetaria del país. El mismo se encuentra caracterizado por el anuncio de un rango o nivel de inflación al cual el Banco Central debe intentar que converja la economía en un determinado plazo, teniendo como fundamento que un nivel bajo y estable de inflación es un pilar esencial para el crecimiento económico. Esta nueva concepción de los objetivos del Banco central generó un renovado interés en la relación negativa entre inflación y desempleo conocida como la curva de Phillips y por lo tanto de la Nairu¹. Así mismo, el incremento del desempleo comienza a ser nuevamente uno de los factores relevantes en la política argentina, como en la de los restantes países de América Latina.

El análisis de corto plazo de la curva de Phillips destaca la importancia que tiene la tasa de desempleo, especialmente su diferencia con respecto a la NAIRU, en el mecanismo de transmisión desde la demanda agregada a la inflación. La relación de la curva de Phillips establece que los cambios en la demanda agregada provocan modificaciones en el corto plazo en los niveles de desempleo e inflación en direcciones opuestas (Ball y Mankiw, 2002). La Nairu puede variar producto a una multiplicidad de factores; entre los abordados en la literatura podemos destacar los cambios en la composición de la fuerza de trabajo, las variaciones en la productividad y los cambios en la estructura de trabajo, entre otros.

En un marco de política de metas de inflación resulta imprescindible conocer el valor de la Nairu. De esta manera si se pretende reducir la inflación se debe mantener una tasa de desempleo que se encuentre por encima del valor de la Nairu de forma tal de permitir una reducción periodo a periodo. Los regímenes de metas de inflación se caracterizan por emplear

¹Modigliani y Papademos, 1975. Si bien el esquema de metas de inflación ha sido formalmente abandonado, la Nairu es un elemento importante a conocer en cualquier régimen monetario que pretenda disminuir la inflación.

La tasa de desempleo no aceleradora de la inflación (Nairu) es aquella tasa de desempleo consistente con niveles estables de inflación en ausencia de choques de oferta (Staiger,1997)

una tasa de interés de referencia para lograr que la inflación converja con aquella establecida como meta por la autoridad monetaria. De esta forma la tasa de interés se utiliza para estimular o deprimir la demanda y la inversión en la economía con efecto sobre el nivel de crecimiento de la misma. Cambios en la tasa de crecimiento tienen repercusiones sobre la tasa de desempleo. Si la tasa de desempleo es superior a la Nairu entonces existirá un proceso desinflacionario. Por el contrario, si la tasa de desempleo es inferior a la Nairu la inflación aumentará.

Por último, el anuncio explícito del Banco Central de una meta de inflación y su posterior cumplimiento, permite la construcción de credibilidad sobre la política monetaria anclando expectativas y reduciendo el costo, en términos de desempleo, de las políticas desinflacionarias.

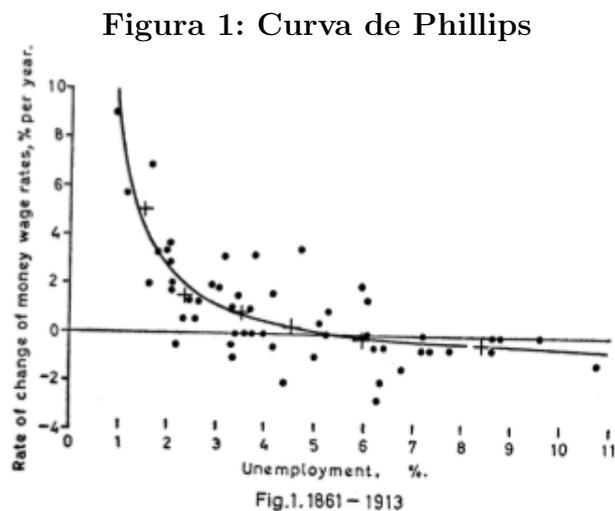
El objetivo principal del presente trabajo es contribuir a la literatura sobre la dinámica de inflación y desempleo en la Argentina. Para este fin se estimó la tasa de desempleo no aceleradora de la inflación, así como también la curva de Phillips.

Esta tesina es el primer trabajo que aplica la técnica de filtro de Kalman para el cálculo de la Nairu en Argentina para el periodo que se extiende entre el tercer trimestre del año 2003 al primer trimestre del año 2017 mediante diferentes métodos que incluyen el conocido filtro de Hodrick Prescott y diferentes especificaciones de Filtros de Kalman. En futuras investigaciones se podrá ampliar esta investigación estimando los determinantes de la Nairu.

2. Marco Teórico

2.1. Origen y evolución de la Nairu

La curva de Phillips debe su nombre al estadista y economista Neozelandés William Phillips, quién estudió la relación existente entre la tasa de desempleo y la variación de los salarios nominales para la economía del Reino Unido entre 1861 y 1957. La curva de Phillips en su interpretación moderna hace referencia a las relaciones existentes entre la variación de la inflación y la variación del desempleo. No obstante, la influencia de su trabajo fue tal que dicha relación lleva su nombre. Su descubrimiento fue plasmado en su trabajo seminal “The Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957” A. W. Phillips². En este artículo realizó un paralelismo entre el mercado de materias primas y el mercado de trabajo. Sostuvo que cuando la demanda de una materia prima o servicio es alta, en relación a su oferta, entonces puede esperarse un incremento en el precio de dicha materia prima o servicio, siendo la tasa de aumento más alta cuando mayor sea el exceso de demanda.



Phillips, 1958

²La relación entre el Desempleo y la Tasa de Cambio de los Salarios en el Reino Unido 1861-1957

Phillips trasladó este esquema de pensamiento al mercado de trabajo. De esta forma, cuando la demanda de trabajo es alta, relativamente con la oferta, los empleadores rápidamente ofrecerán sueldos por encima de aquellos que prevalecen en el mercado. Sin embargo, cuando se produce un exceso de oferta los trabajadores no están dispuestos, al menos rápidamente, a ofrecer sus servicios por una remuneración menor a la prevaleciente en el mercado, resultando en que cuando el desempleo es alto los salarios solo caen lentamente. Esta dinámica provoca que exista una relación no lineal entre la evolución de los salarios y el desempleo (Phillips, 1958).

Phillips señaló que otro factor que influencia la variación de los salarios es la tasa de cambio de la demanda de trabajo. Si existen dos mercados de trabajo con el mismo desempleo cabe suponer que el incremento (o la moderación en la caída) de los salarios será mayor en aquel en el que la tasa de crecimiento de la demanda de trabajo sea mayor. Por último, consideró que los cambios en el costo de vida tienen influencia en los salarios (Phillips, 1958).

Samuelson y Solow popularizaron el término de la curva de Phillips en 1960 en su artículo "Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy". El mismo tenía como objetivo clarificar ideas y dar respuestas a debates presentes en gran parte de la literatura de los años 40 y 50, para la cual el artículo de Phillips fue una contribución importante (Leeson, 1997). Samuelson y Solow reformularon la curva de Phillips reemplazando la variación de los salarios (en el eje de ordenadas) por la variación de precios, suponiendo que la variación en los precios era igual a la variación de los salarios menos la variación en la productividad del trabajo

$$\pi = \omega - Pmgl$$

Dónde:

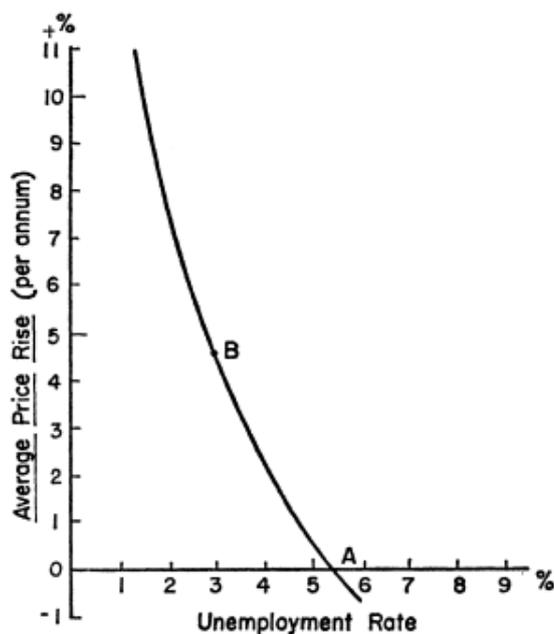
π = Inflación

ω = Variación nominal en los salarios

$Pmgl$ = Variación en la productividad laboral

En la figura número 2 se aprecian los distintos pares de puntos ordenados de inflación y desempleo que podrían seleccionarse para la economía de Estados Unidos, siendo esta una decisión exclusiva de los hacedores de política. De esta manera establecieron las siguientes recomendaciones:

Figura 2: Samuelson y Solow



Samuelson y Solow, 1960

“Para alcanzar tasas de incremento de salarios que no superen el 2,5 por ciento de incremento de la productividad laboral promedio, la economía de Estados Unidos debería presentar una tasa de desocupación del entre el 5 y 6 por ciento . Para alcanzar la meta de una tasa de desempleo no mayor al 3 por ciento la tasa de inflación debería incrementarse hasta alcanzar el 4 o 5 por ciento de inflación por año”.(Samuelson and Solow, 1960).

El artículo de Samuelson y Solow fue duramente criticado por no abordar en las implicaciones de largo plazo que se desprenden de sus recomendaciones de política económica (Clason, 2013). Una reacción al trabajo fue realizada por Milton Friedman, quién definió por primera vez el concepto de tasa natural de desempleo en 1968, el mismo tenía como propósito distinguir las fuerzas reales y monetarias que afectan a la tasa de desempleo. Friedman define a la tasa natural de desempleo como la tasa que sería fijada por un sistema walrasiano de ecuaciones de equilibrio general, dadas las características estructurales de los mercados de trabajo y de bienes, incluyendo las imperfecciones presentes en dichos mercados. Entre estas imperfecciones se destacan la variabilidad estocástica en la demanda y la oferta, el costo de recoger información sobre las plazas de trabajo, el costo de movilidad etcétera (Friedman, 1958).

La definición de la tasa natural de desempleo realizada por Friedman sostiene que la misma es un fenómeno real determinado por factores estructurales de la economía y por lo tanto no susceptible de ser modificada por políticas monetarias o fiscales (que no generen cambios en dichos factores). De esta forma una expansión en la cantidad de dinero daría lugar a una tasa de interés más baja que estimularía el gasto tanto de consumo como de inversión, incrementarían el nivel de precios y por último aumentarían el nivel de empleo y producto. Sin embargo, Friedman creía que los precios de los bienes y servicios que consumían los trabajadores se incrementarían antes que los salarios disminuyendo por lo tanto los salarios reales y provocando un aumento de la demanda de trabajo. Este aumento de la demanda daría lugar a un incremento de los salarios reales disminuyendo el nivel de empleo de la economía hasta equipararse con la tasa natural.

Friedman (1968) y Phelps (1967,1968) desarrollaron la teoría aceleracionista de la inflación. Esta sostiene que si las autoridades desean mantener una tasa de desempleo, de forma sostenida, por debajo de su tasa natural deben aceptar niveles crecientes de inflación. Esta nueva concepción teórica se contrapone con las recomendaciones de política proporcionadas por Samuelson y Solow, quienes habían argumentado sobre la existencia de una relación estable entre el nivel de desempleo y el nivel de inflación de la economía. De esta forma, era posible mantener una tasa de desempleo menor si se aceptaba un nivel de inflación mayor (pero no creciente en el tiempo).

Formulación de la teoría aceleracionista de la inflación:

$$\pi_t = \pi_t^e - \lambda u_t = \pi_{t-1} - \lambda u_t$$

Siendo π_t la tasa de inflación en el periodo t , π_t^e la tasa de inflación esperada, π_{t-1} la tasa de inflación en el periodo anterior λ la pendiente de la curva de Phillips y u_t la tasa de desempleo en el momento t .

Reformulando la ecuación de la teoría aceleracionista de la inflación obtenemos la tasa de desempleo no aceleradora de la inflación (Nairu)

$$\Delta\pi_t = -\lambda(u_t - u_n)$$

Donde u_n es la tasa natural de desempleo.

En esta formulación si la tasa de desempleo se mantiene por debajo de la tasa natural, la economía experimenta presiones inflacionarias. Cuando la tasa de desempleo se encuentra por

encima de su tasa natural, existen presiones deflacionarias. De este modelo se desprenden dos consideraciones importantes: por un lado que no existe un trade off³ a mediano plazo entre desempleo e inflación (si en el corto plazo), y por otro lado el importante rol que se le asigna a las expectativas de inflación en la determinación de la tasa natural de desempleo.

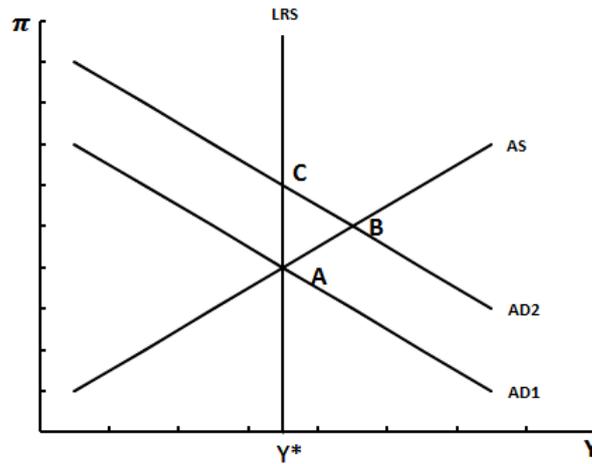
Muth en 1961 desarrolló la teoría de las expectativas racionales, cuestionando la forma en que los economistas de la época usaban ecuaciones exógenas para describir el mecanismo por medio del cual se formaban las expectativas de inflación. Este nuevo enfoque dio origen a un conjunto de modelos basados en la curva de Phillips que tenían como propósito explicar los efectos de la política monetaria y fiscal en un entorno en el cual los agentes económicos toman sus decisiones con racionalidad perfecta; asumiendo perfecta información y conocimiento del conjunto de opciones posibles a tomar. Lucas (1972, 1973) y Sargent y Wallace (1975) desarrollaron modelos basados en la utilización de expectativas racionales arribando a la conclusión que bajo dicho contexto la política monetaria o fiscal previsible es ineficaz ya que los agentes económicos se anticipan a la misma. De esta manera, solo tendrán efectos aquellas políticas que no se desprendan de las reglas de decisión habituales y que por lo tanto no puedan ser correctamente anticipadas por los agentes.

En la próxima figura se señalan los efectos de una política monetaria o fiscal expansiva en un contexto de expectativas racionales. Siendo A_s la oferta agregada y A_d la demanda agregada. Partiendo del monto inicial A , la economía se encuentra con un nivel de producto Y^* y un nivel de precios P_1 . Una expansión de la oferta monetaria provocaría que la demanda agregada se traslade verticalmente desde A_{d1} hasta A_{d2} . De acuerdo con la teoría de expectativas racionales los trabajadores, empresarios y prestamistas correctamente anticiparán dicha expansión que provocará inflación, por lo cual los trabajadores presionaran por salarios más altos; los empresarios trasladaron los nuevos costos a precios; y los prestamistas subirán las tasas de interés. Este conjunto de ajustes en el mercado sucederá inmediatamente sin generar cambios en el nivel de empleo. Este mecanismo de ajuste sólo se producirá si los agentes anticipan correctamente la política monetaria expansiva. Es posible que, si la decisión por parte del Banco Central no se desprende de su regla habitual de comportamiento, no puedan anticipar correctamente la expansión y exista un efecto transitorio expansivo. Gráficamente, tendríamos un desplazamiento al punto B, donde el nivel de producto (y empleo) es mayor y el nivel de precios es intermedio entre la situación A y C. Finalmente, debe mencionarse que este efecto es solo transitorio, los agentes eventualmente ajustaran su comportamiento a la

³Intercambio

nueva situación.

Figura 3: Oferta y demanda agregada



Elaboración propia

El principal modelo que se deriva de la curva de Phillips utilizado para predecir inflación, particularmente en bancos centrales, es el modelo de triángulo de Gordon (1977). Este modelo intenta explicar la estanflación de los años 70 a partir de la introducción de variables que captan determinados choques de oferta. De esta manera se introduce a la ecuación de la tasa natural una variable adicional. En su versión original, Schultze (1975) y Gordon (1975) introdujeron al modelo variables cuyo propósito era controlar el impacto de las variaciones en los precios de energía y alimentos en la relación desempleo e inflación.

$$\pi_t = \pi_{t-1} - \lambda(u_t - u_n) + z_t$$

Se identifican de forma muy clara tres factores causantes: expectativas de inflación representadas en este caso por la inflación en el periodo $t - 1$, con lo cuál se modelan las expectativas cómo adaptativas y se intenta captar la inercia inflacionaria dada por la indexación de contratos; presión de demanda dada por la diferencia entre la tasa de desempleo y la tasa natural de desempleo; y, por último, presión de oferta (choques externos).

No resulta menor la forma en la cual los agentes forman sus expectativas de inflación. Considerar expectativas adaptativas supone establecer que los agentes se equivocan sistemáticamente en sus predicciones con respecto al futuro. Por este motivo, se realizaron modificaciones al modelo, introduciendo expectativas racionales obteniendo la siguiente formulación:

$$\pi_t = E(\pi_{t+1}) - \lambda(u_t - u_n) + z_t$$

A partir de la introducción de expectativas racionales al modelo de Gordon, se establece que los agentes económicos pueden, en función de la información disponible, predecir el nivel de inflación futuro y que los mismos solo se equivocarán si se producen cambios sorprendidos en alguna de las variables de referencia. Esta reformulación supone que las políticas fiscales y/o monetarias previsibles resulten inefectivas, incluso en el corto plazo. Sin embargo, en este esquema es posible lograr reducciones significativas en los niveles de inflación solo modificando las expectativas de los agentes. Como consecuencia, esta formulación permite explicar cambios abruptos en los niveles de inflación presentes en situaciones macroeconómicas inestables Gordon (2011).

2.2. Formación de expectativas

Podemos definir a las expectativas racionales como el proceso por medio del cual los agentes realizan predicciones óptimas del futuro (racionales y eficientes), utilizando toda la información disponible y relevante, de forma tal que eliminan el error sistemático de pronóstico (Pearce, 1986). El concepto de expectativas racionales asume que las personas utilizan toda la información disponible acerca del proceso que determina los valores futuros de las variables relevantes, al momento de formular sus expectativas futuras. Así mismo, en promedio los pronósticos de los agentes coinciden con el verdadero valor de la variable futura, existiendo la posibilidad de que se equivoquen pero no de manera sistemática. En principio este argumento no parece reflejar de forma cercana el proceso de razonamiento de los agentes económicos. Esto es como consecuencia de que no conocen el verdadero proceso generador de las variables y tampoco tienen toda la información relevante para realizar sus pronósticos. Sin embargo, podemos considerar que estas personas utilizan los pronósticos económicos de agencias o del propio gobierno, que efectivamente entienden el proceso generador de las variables, dando sustento al concepto de expectativas racionales.

Otro de los problemas fundamentales de las expectativas racionales es que asumen que no existe costo de adquirir la información relevante. En particular, suponemos que los agentes económicos adquirirán información adicional hasta el punto en el que el beneficio marginal de la nueva información, plasmada en predicciones más precisas, es igual al costo marginal de recaudar dicha información. No obstante, en este caso el error de predicción de los agentes estará sujeto a un error mayor que el componente aleatorio que determina el proceso de la variable y existirá correlación entre los errores de pronóstico (Attfield et al, 1991).

Podemos definir a las expectativas adaptativas como aquellas en las que los agentes forman sus pronósticos, con respecto al valor futuro de las variables relevantes, sólo a partir de los valores pasados de dichas variables (Chow(2011)). Chow sostiene que la adopción de expectativas racionales en el mainstream macroeconómico no tiene sustento empírico. Por el contrario, la utilización de expectativas adaptativas están sostenidas en el desarrollo de la estadística y de la econometría moderna. Por este motivo, esgrime que los agentes con expectativas adaptativas se comportan como econometristas modernos. A su vez, estos agentes otorgan mayor peso a la hora de realizar sus predicciones, a los últimos valores de las variables en cuestión. Finalmente, para reforzar su defensa de las expectativas adaptativas, Chow estimó un modelo para el precio de acciones de compañías taiwanesas basado exclusivamente en información retrospectiva. Este modelo obtuvo resultados que replicaron las dinámicas de precio reales

de dichas acciones, lo que le permitió a Chow sostener que con expectativas adaptativas se pueden obtener resultados con validez empírica. Esto debería resultar evidente dado que el desarrollo de la estadística y econometría se basa en esta forma de considerar las expectativas de los agentes.

Para este trabajo se utilizarán expectativas adaptativas por su capacidad empírica para replicar las dinámicas de las variables y por su capacidad para explicar el fenómeno inflacionario en la argentina. A tal efecto, el Fondo Monetario Internacional sostiene que el proceso inflacionario tiene una considerable inercia producto de la utilización de expectativas de tipo adaptativas en el proceso formación de precios y salarios (FMI, 2019).

Para la utilización de expectativas racionales sería necesario formular un modelo dinámico que explique la forma por medio de la cual se establecen los valores de las variables, lo cual excede el propósito de esta tesis.

2.3. Metas de inflación

Los bancos centrales tienen la responsabilidad de establecer anclas nominales con el propósito de conducir la política económica. Éstas pueden ser de inflación, tipo de cambio, nivel de precios, entre otras. A partir de la década del 90 cada vez más economías han establecido de forma explícita o implícita al nivel de inflación como ancla nominal. La misma tiene como propósito facilitar la toma de decisiones por parte de las familias y las empresas reduciendo su nivel de incertidumbre. Además, mejora los mecanismos de transmisión de la política monetaria al permitir que los actores que intervienen en los mercados puedan comprender cuáles serán las posibles repuestas de la autoridad monetaria ante cambios en los escenarios económicos y las condiciones financieras (Ball y Mazumder, 2015).

El marco de Inflation Targeting, o metas de inflación, se encuentra caracterizado por el anuncio, por parte de la autoridad monetaria del país o región, de un rango o nivel de inflación al cual deberá converger la economía en un determinado plazo. Tiene como fundamento que un nivel bajo y estable de inflación es un pilar esencial para el crecimiento económico. No debe interpretarse que la meta de inflación constituye una regla rígida para la conducción de la política monetaria. Por el contrario, debe considerarse como un marco que permite no solo aumentar la transparencia y la coherencia en la toma de decisiones, sino que también aporta la suficiente flexibilidad para la toma de medidas acomodaticias (Bernanke, 1997).

Expectativas de inflación ancladas son la clave del éxito de la política monetaria.

En este caso la política monetaria tiene una capacidad mayor para responder a los choques de corto plazo en la economía. Así mismo incrementa el nivel de eficacia y eficiencia de los mecanismos de transmisión de la política monetaria (Yellen, 2003).

Expectativas de inflación correctamente ancladas han probado ser un activo fundamental en la conducción de la política monetaria. Estas han ayudado a mantener un inflación baja y estable, mientras la política monetaria fue utilizada para promover una economía sana. Después de la crisis financiera , las expectativas estables también ayudaron, a la economía de los Estados Unidos, a evitar caídas generalizadas en los precios (Yellen, 2003)

En un contexto en el cual las expectativas de inflación de los agentes económicos se encuentran ancladas en torno a la meta establecida por el banco se central, la curva de Phillips, en su formulación clásica (triángulo de Gordon) pierde su capacidad de predecir las variaciones en los niveles de precios como consecuencia de cambios en el nivel de empleo.

De acuerdo con la teoría aceleracionista de inflación una recesión debería causar una caída cada vez más significativa de la inflación en la economía, siempre que el nivel de desempleo se encuentre por encima de la Nairu. Sin embargo, con expectativas de inflación ancladas, un aumento del desempleo implica una menor tasa de inflación, pero no una caída periodo a periodo de la tasa en sí misma. Lo cual lleva necesariamente a reformular la curva de Phillips para países en los cuales se persigue una política de metas de inflación y los agentes económicos creen en la autoridad monetaria.

Reformulando el modelo de triángulo de Gordon para el caso de expectativas ancladas obtenemos que:

$$\pi_t = \pi_t^e - \lambda(u_t - u_n) + z_t$$

Dónde π_t^e hace referencia a que las expectativas de inflación de los agentes económicos es ahora igual a la meta establecida por la autoridad monetaria, suponiendo que dichas expectativas se encuentren correctamente ancladas para ese nivel. Este sistema entonces tiene como beneficio que, si existe credibilidad en el banco central, el nivel de inflación del periodo converge necesariamente con el nivel establecido como meta, disminuyendo de forma significativa las fluctuaciones en el nivel de empleo que de otra manera serían necesarias para disminuir

(o incrementar) la inflación en la economía. Si bien Argentina ha adoptado formalmente un marco de metas de inflación, para el presente trabajo, los relevamientos de expectativas de inflación del Banco Central (REM) no verifican que las mismas se encuentren ancladas. Por lo cual, a falta de expectativas ancladas y una serie que cubra el período analizado, se asumen expectativas adaptativas.

2.4. Nairu variante y sus implicaciones para la política económica

Desde el punto de vista de la política económica la Nairu implica que la política monetaria y fiscal son neutrales en el largo plazo; no tienen efecto sobre el nivel de demanda agregada, así como tampoco de desempleo en la economía. Siguiendo la definición de Friedman de 1968 la Nairu se establece a partir de un sistema walrasiano de equilibrio general, siendo por lo tanto susceptible de ser modificada por políticas de oferta que generen alteraciones en la estructura del mercado de trabajo, pero en ningún caso por políticas de demanda. En un primer momento, se supuso que la Nairu se mantenía constante en un determinado valor a lo largo del tiempo. Sin embargo, el desarrollo de la computación, que impactó positivamente en el nivel de productividad de la economía, conjuntamente con una creciente apertura comercial y desregulaciones en el mercado laboral en la década de 1990, produjeren caídas de la tasa de desempleo por debajo del 6 por ciento, considerada como la Nairu, sin evidencias de presiones inflacionarias. Este acontecimiento llevo a repensar el supuesto de estabilidad a largo plazo de la Nairu y comenzó considerarse la posibilidad de que la misma varíe a lo largo del tiempo (Gordon, 1997).

2.5. Determinantes de la Nairu

2.5.1. Factores demográficos

Es importante considerar que la Nairu varía a medida que se producen cambios en la composición de la fuerza de trabajo, tanto etaria como educativa. Los adolescentes y los adultos jóvenes son más propensos a enfrentar una tasa de desempleo más alta que las personas de mayor edad, quienes en principio poseen una mayor experiencia. A su vez, esta demografía ha desarrollado un conjunto de habilidades con valor de mercado que le permite ser más empleables por las empresas. Por otro lado, entre las personas con mayor nivel educativo la tasa de desempleo suele ser menor (Gordon, 1997).

El factor demográfico fue cuantiosamente considerado en la literatura como uno de los elementos que explican las variaciones de la Nairu de largo plazo. Entre los trabajos más importantes podemos destacar a Perry (1970), Gordon (1982), Blanchard (1984), Motley y Weiner (1993) y Murphy (1999), entre otros.

2.5.2. Productividad

En años recientes se ha vuelto cada más probable que el mayor determinante de la Nairu sea la tasa de crecimiento de la productividad de la economía Gordon (1997). A partir del análisis de los cambios en el crecimiento de la productividad para la economía de Estados Unidos Gordon halló que en el período de bajo crecimiento de la productividad, que se extendió entre mediados de 1970 y mediados de 1990, se observó una Nairu mas alta. Por otro lado, los rápidos incrementos de la productividad antes de 1973 se han visto relacionados con bajas tasa de desempleo. Se entiende por lo tanto que altas tasas de incremento de la productividad permiten a las firmas pagar salarios reales más altos a los trabajadores, por lo cual un deseaceleramiento del crecimiento de la productividad puede generar que las aspiraciones salariales de los trabajadores sean más altas que la capacidad de pago de la empresa. De esta manera si los incrementos en los salarios superan, en un período de tiempo extendido, el incremento de la productividad, los beneficios de las firmas desaparecerían. No obstante, antes que esto ocurra los directivos comenzarán a recortar personal incrementando la Nairu de la economía.

La relación entre el crecimiento de la productividad y la Nairu también puede ser observada a través de lo que se denomina el efecto aspiracional del salario, desde el cual se pretende demostrar que los efectos sobre la productividad no solamente tienen un impacto sobre el nivel de la Nairu a largo plazo, sino que también pueden afectarla de manera transitoria. Los

cambios en la productividad pueden generar variaciones transitorias de la Nairu a través de mayores (o menores) demandas salariales. Las cuales dependen en gran medida del periodo pasado. Esto puede ser considerado como consecuencia de un factor psicológico por el que las personas desean permanentemente incrementar su nivel de vida (Stiglitz,1997). Si en algún periodo del tiempo se presenta una caída de la tasa de crecimiento de la productividad los trabajadores seguirán exigiendo un incremento de los salarios reales que dependan de la tasa de productividad del periodo anterior. Por lo cual, la compensación exigida será superior a la que pueden afrontar las empresas, generando por este canal presiones sobre la tasa de inflación y consecuentemente sobre el nivel de la Nairu. No obstante, estas variaciones serán solo transitorias hasta que los trabajadores moderen sus aspiraciones salariales.

Finalmente, la única situación en la cual un cambio de la productividad puede generar que la Nairu no se modifique es cuando se incrementa simultáneamente el salario de reserva⁵ . Por lo tanto, solo en este caso un incremento de la productividad estará acompañado de un cambio proporcional en el salario real, manteniendo la tasa natural constante (Blanchard, 1997).

2.5.3. Rigideces en el mercado de trabajo

Las rigideces en el mercado de trabajo están asociadas a niveles más elevados de la Nairu. Blanchard y Katz (1997) consideran que las restricciones en la contratación ejemplifican dichas rigideces, siendo las mismas causantes de varios problemas principales. Por un lado, las condiciones inflexibles de contratación y despido provocan que las empresas mantengan empleadas personas que en otra situación no conservarían; reduciendo significativamente los niveles de contratación y despido que se producen en la economía y disminuyendo la productividad promedio de las firmas. Por otro lado, los altos costos de contratación provocan que los trabajadores presionen y obtengan salarios reales más altos de los que serían posibles, dadas las condiciones de la economía. Por estos motivos se puede considerar que aquellas economías que presentan mercados laborales más inflexibles tienden a presentar también tasas de desempleo naturales más altas que aquellos países que tienen mercados laborales más flexibles y dinámicos.

⁵Salario de reserva: salario máximo por el cual el trabajador no está dispuesto a trabajar

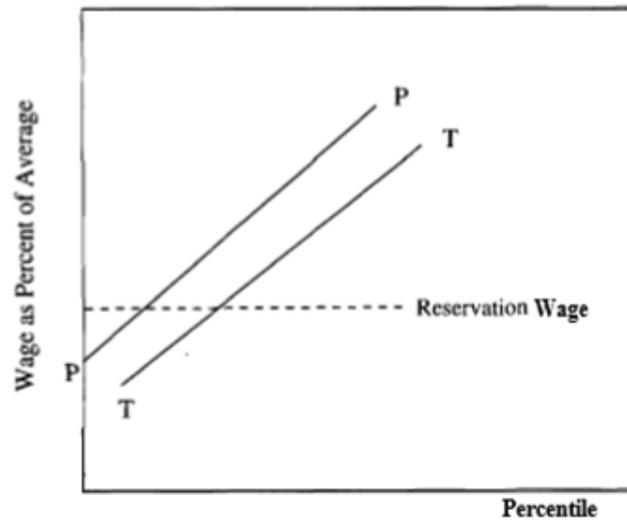
2.5.4. Estado de Bienestar y Desempleo:

El Estado de Bienestar puede ser definido como el sistema por medio del cual el gobierno recolecta impuestos de los contribuyentes, utilizando este dinero para asistir a los pobres a los desempleados u otros grupos (Krugman, 1994). Todos los estados modernos ofrecen diferentes tipos de asistencias y servicios públicos. Krugman analiza en su artículo “Past and Prospective Causes of High Unemployment” [6] Causas pasadas y futuras del alto desempleo cómo el diferente desarrollo del Estado de Bienestar entre Estados Unidos y los distintos países de Europa Occidental generaron, en estos últimos, un incremento sustancial en la Nairu a partir de la década de 1970.

Los efectos del estado de bienestar pueden comprenderse a partir de la figura siguiente, en el cual se hace referencia a los distintos niveles de salario que pueden recibir los trabajadores en un mercado desregulado. Dicho salario será igual en promedio a la productividad marginal del conjunto de trabajadores empleados. La recta PP hace referencia a los distintos niveles de productividad en ausencia de un estado de bienestar, es decir en un mercado desregulado. La recta PP también representará el nivel salarial.

Cuando se introduce políticas redistributivas existirá una diferencia entre el salario bruto y neto percibido por los trabajadores. Lo cual genera que para mismo nivel de productividad el salario percibido por los trabajadores sea menor, desplazando por lo tanto la recta PP a TT. Por otro lado, puede considerarse la introducción de unos beneficios de desempleo que constituyen un nivel mínimo de salario al partir del cual solo se estará dispuesto a trabajar (también puede interpretarse como un salario mínimo). Esta situación genera que todos aquellos trabajadores que percibirían un nivel de salario menor al salario de reserva permanecen desempleados por consecuente incrementando el nivel de la Nairu. La implicación principal que se desprende del modelo es que los países que poseen seguros de desempleo más altos, o beneficios más generosos a los desempleados presentan en promedio niveles mayores de desempleo. Esto resulta consistente con los modelos teóricos clásicos de mercado de trabajo y al mismo tiempo es empíricamente sostenido por los trabajos de datos de panel de Layard, Nickell y Jackman (1994).

Figura 4: Mercado de trabajo



Krugman, 1994

2.6. Histéresis

El concepto de histéresis proviene de la física y el magnetismo y se usa para describir la propiedad que tiene un determinado material o un sistema en el que su estado no depende exclusivamente de condiciones externas, sino además de la evolución seguida hasta alcanzar ese estado. Este concepto fue incorporado a la teoría sobre la tasa natural de desempleo por Blanchard y Summers (1986), al observar el comportamiento del desempleo en Europa occidental durante el siglo XX. Es decir que el aumento del desempleo por choques de oferta o reducciones de demanda tiene la capacidad de generar un aumento permanente de la Nairu, incluso cuando las condiciones externas que lo originaron vuelven a su estado original. De otra forma, el valor de la Nairu en un momento determinado en el tiempo depende de su valor pasado.

Friedman había indicado que cambios en la demanda agregada sólo podían tener repercusiones de corto plazo sobre la tasa de desempleo. Es decir que a largo plazo esta debía converger al valor de la Nairu (el cual sólo podía ser modificado por cambios en la oferta) (Ball, 2009). El concepto de histéresis entonces indica que el valor que asume la Nairu en un período de tiempo determinado dependerá de la evolución pasada de la tasa de desempleo. De esta forma si la tasa de desempleo se mantiene por un período de tiempo prolongado sobre la Nairu existe presión a la suba de la Nairu. Por lo tanto, si la demanda afecta la determinación de la tasa de desempleo entonces la demanda tendrá efectos sobre la Nairu.

La relevancia de los shocks de demanda sobre la Nairu se encuentra bien documentada en el trabajo de Plotnikov (2014), el cual evalúa el impacto que tienen sobre la misma tanto shocks de oferta como de demanda.

“Parece ser que las tasas de desempleo en países europeos, en respuesta a los choques transitorios en el precio del petróleo, sufrieron un incremento permanente sin poder converger posteriormente con el nivel de la Nairu previo a dichos choques” (Blanchard y Summers, 1986).

En este trabajo sostienen que las políticas expansivas, fiscales y monetarias, carecían de eficacia para solucionar los altos niveles de desocupación producto de problemas estructurales que existían en estas economías. Para explicar esta situación suponen la existencia en el mercado de trabajo de dos sectores de asalariados que tienen intereses contrapuestos. Por un lado aquellos que se encontraban empleados y sindicalizados que utilizaban su poder de presión para aumentar sus salarios y por otro lado se encontraban aquellos trabajadores desocupados

que no podían acceder al mercado laboral producto de que, para esos niveles de salarios, no existían empresarios dispuestos a emplearles.

El concepto de Histéresis no es aceptado de forma generalizada existiendo incluso autores que distinguen los conceptos de Histéresis e Histéresis en el desempleo (Roed, 1997). El primer concepto hace referencia a aquellos fenómenos que tienen efectos muy persistentes sobre el desempleo, pero no permanentes. Mientras que el segundo concepto es utilizado para aquellos fenómenos que tienen efectos permanentes o de muy largo plazo sobre la tasa de desempleo.

El cambio más importante que introduce el concepto de Histéresis en el análisis del desempleo es que cuestiona la neutralidad a largo plazo de la política monetaria y fiscal. Cuando una economía presenta altas y persistentes tasas de desempleo, gradualmente se presentan niveles más elevados de Nairu. El razonamiento que se emplea es el siguiente: los trabajadores al permanecer desempleados por un tiempo considerable comienzan paulatinamente a perder parte de las habilidades adquiridas lo que lleva inevitablemente a una pérdida de valoración en el mercado, es decir que luego de haber permanecido un tiempo extendido como desempleados en promedio podrán insertarse al mercado laboral aceptando un salario más bajo. Este procedimiento de ajuste entra en conflicto con los deseos y aspiraciones de las personas que ya se encuentran plenamente insertadas, siendo estas reacias a aceptar caídas en su salario real.

Una explicación similar de la dinámica de incremento de la Nairu es proporcionada por Ball y Mankiw (2002). Los mismos señalan que los choques de oferta pueden generar incrementos permanentes o sostenidos en el nivel de la Nairu como consecuencia de la pérdida de capital Humano que se genera en la fuerza de trabajo desocupada, provocando que sean menos atractivos para futuros empleadores. Al mismo tiempo, los trabajadores que permanecen desocupados por un largo periodo de tiempo comienzan a sentirse desalentados disminuyendo o incluso culminando su búsqueda laboral. Esta situación concibe un efecto positivo en la disminución del desempleo, pero provoca una caída en la tasa total de actividad en la economía. En suma, es necesario señalar que la validez del concepto de Histéresis se encuentra sujeto a controversias y no es aceptado por igual en la academia.

2.7. Críticas a la utilización de la Nairu

Los autores que cuestionan la utilización de la Nairu en modelos teóricos o en la toma de decisiones de política económica pueden clasificarse en dos grupos: los que afirman la imposibilidad de conocer el nivel de la NAIRU (cuestionamientos empíricos/metodológicos) y los que critica la validez del concepto (cuestionamientos teóricos a la existencia de la Nairu). En el primer grupo se encuentran Godfrey, Gordon, Blanchard y Katz, Leeson y Crosby, entre otros. Los autores que se oponen a la existencia de la Nairu son, entre otros, Davidson, Galbraith, Rogerson, Issac, Eisner, Cornwall y Sawyer . Por otra parte, otro conjunto de investigadores critica la utilización de la Nairu en economías en desarrollo debido a ciertas características específicas de este tipo de economías. Entre ellos se encuentran Persia, Toledo, Mira.

2.7.1. Críticas a la metodología de estimación

Goldfrey (1986) examina las distintas formas existentes para la estimación de la Nairu, considerando que su valor depende del método utilizado. Concluye que en general los modelos basados en expectativas adaptativas generan tasas naturales de desempleo menores a aquellos modelos que utilizan para su estimación expectativas racionales (Goldfrey, 1986). Lo cual lo lleva a cuestionar la confiabilidad de las técnicas utilizadas para su estimación y la utilidad del concepto para estructurar la política fiscal y monetaria. Al desconocer el valor de la Nairu resulta imposible precisar la magnitud y el tipo de política a emplear (Godfrey, 1986).

Por último, Crosby (1998) señaló que estimar la Nairu es riesgoso ya que las técnicas usadas y las diferentes estructuras de las economías hacen que sea difícil la comparación entre las mismas técnicas y la validación de los resultados obtenidos. Esto implicaría, por ejemplo, que los hacedores de política no deben aceptar los resultados obtenidos a partir de estudios internacionales. Por otro lado, los cambios estructurales en el mismo país así como también entre países pueden generar cambios dramáticos en el valor de la Nairu. El método más conveniente para su estimación también se verá modificado cuando se generen cambios en las estructuras de las economías. Finalmente, analizando la situación de Australia Crosby (1998) llegó a la conclusión de que la economía del país se dirigía hacia bajas tasas de inflación independientemente del valor del desempleo observado. Sosteniendo la irrelevancia de la Nairu como indicador para la toma de decisiones económicas en dicho país, fenómeno que fácilmente se podría extrapolar a otras economías en distintos momentos históricos.

Sawyer concluyó que la Nairu no era útil como herramienta para la toma de decisiones económi-

cas especialmente por la dificultad de realizar una estimación precisa de la misma, lo cual provoca que su valor dependa del método elegido para su estimación. Esta condición lleva a que no exista acuerdo sobre la misma y sea inconveniente derivar políticas de ella (Sawyer, 1997).

2.7.2. Críticas al concepto

2.7.3. Galbraith

Galbraith se proclamó en contra de la utilización de la Nairu como herramienta para la formulación de política económicas. Cuestionó la validez de emplear equilibrios de largo plazo como guía para la toma de decisiones, al considerar que es imposible realizar tales predicciones (Galbraith 1997). Por otro lado, consideró que las curvas de Phillips de largo y corto plazo no estaban sólidamente sustentadas desde el punto de vista teórico, subrayando la existencia de diferencias importantes tanto en sus definiciones como en sus aplicaciones (Galbraith, 1997). A si mismo sostuvo que estos desacuerdos conceptuales que existen en torno a un concepto tan relevante en la teoría macroeconómica, genera una falta de credibilidad en las política monetaria y fiscal que se derivan de la teoría.

Galbraith criticó la incorporación del concepto de la Nairu a la teoría clásica del mercado de trabajo, tomando la crítica de Keynes, en la cual las curvas de oferta y demanda de trabajo no pueden ser utilizadas para el establecimiento de salarios reales. Así mismo, negó la existencia de una curva de oferta de trabajo agregada (Galbraith, 1997). Por último, sostuvo que el trade-off entre desempleo e inflación, en el cual se basa la curva de Phillips y la Nairu, era más complejo en la realidad que lo que la teoría establecía. Para ello presentó como ejemplo la situación a finales de la década del 70 donde las relaciones entre dichas variables dejaron de ser útiles para la toma de decisiones. Con este ejemplo Galbraith pretendió enfatizar la importancia que tenía el análisis de dichas relaciones en el corto plazo y desestimar el uso de la Nairu sobre todo en su versión de largo plazo.

2.7.4. Rogerson

La principal crítica desarrollada por este autor es que consideraba que el concepto de la Nairu estaba difusamente definido. “Como esta es utilizada como un variable fundamental a la hora de tomar decisiones de política es necesario precisar a qué hacemos referencia con la misma” (Rogerson 1997). Rogerson cuestionó la tasa de desempleo no aceleradora de la inflación por considerar que la misma no puede ser constante en el tiempo. Por otro lado, creía

que la validez de todo modelo estaba dada por su capacidad de predecir o explicar situaciones o fenómenos reales. A partir de esta óptica consideraba que la Nairu no era útil para explicar la inflación exclusivamente a partir de causas reales. En su visión de una economía moderna la inflación era explicada por fenómenos monetarios y no necesariamente reales. Por otro lado, estableció que desde el punto de vista de política económica sería mucho más valioso utilizar relaciones variables de desempleo e inflación sin calcular la tasa natural de desempleo.

2.7.5. Eisner

Eisner, un prominente economista post-keynesiano, también estuvo en desacuerdo con la validez de la Nairu. En su opinión la misma causaba “miedo a la inflación” lo cual generaba presiones para que los hacedores de política económica tomaran medidas contractivas en situaciones en las cuales eran necesarias aquellas que promovieran el crecimiento y el empleo. Por otro lado cuestionó el sustento teórico de dicho concepto, a su juicio no existe un respaldo conceptual lo suficientemente importante para que la Nairu sea utilizada para la toma de decisiones (Eisner, 1997). A su vez, sostuvo que el considerar una tasa natural de desempleo muy alta, para un periodo determinado, podría tener repercusiones no deseadas en el total de empleo registrado en la economía. Para validar este punto de vista cita a Alan Greenspan quien sostuvo que la tasa natural de desempleo se encontraba entre el 6,5 y 7 por ciento, pero reconociendo simultáneamente que la tasa que prevalecía en la economía de 6,5 expulsaba gente del Mercado de trabajo (Eisner, 1994).

2.7.6. Criticas a la utilización de la Nairu en países en desarrollo

En las economías en vías de desarrollo las deficiencias estructurales se manifiestan en el mercado laboral mediante la presencia de altos niveles de trabajo informal. Esta modalidad de empleo, común en este tipo de economías, genera alteraciones en el uso de la tasa natural de desempleo. En las mismas la tasa de desempleo no permite representar en su totalidad el mecanismo de ajuste en el mercado, como consecuencia de que el mismo no se realiza exclusivamente a través de cantidades; sino que además se generan importantes variaciones en el nivel de empleo informal (Persia, Toledo, Mira, 2010). De esta manera, es importante no solo observar el nivel de desempleo en la economía, sino que también la calidad del empleo que existe. Un mecanismo de ajuste posible, en períodos de recesión o bajo nivel de crecimiento, es el incremento del empleo informal o aumento de modalidades de subempleo.

Sin oportunidades de empleo en el sector formal y en un marco que brinda pocas alternativas de seguros o prestaciones para las personas que no acceden a puestos en el sector formal, las mismas no tienen más alternativa que recurrir al “autoempleo informal” para hacerse de ingresos (OIT 1991 y 1993). Se genera un sector de pequeña escala con bajos niveles de productividad pero con un peso muy importante en la economía. En el caso de Argentina resulta evidente su relevancia. A pesar de lo expuesto en este apartado, no se realizará una estimación de la Nairu a partir del desempleo abierto para poder garantizar la comparabilidad entre los distintos métodos elegidos.

El desempleo abierto, si bien importante para economías con alta informalidad, no se utiliza para la estimación de la Nairu. Por otro lado, no resulta claro que el mecanismo de traslado de variaciones en el desempleo abierto a presiones en la demanda sea el mismo que utilizando la tasa de desempleo. Por otro lado, puede resultar cierto que el mercado laboral relevante para la formación de precios sea el formal y no necesariamente el mercado laboral en su conjunto. A falta de trabajos que profundicen en estos mecanismos es que se decide realizar la estimación tradicional con la tasa de desempleo. No descartando que puede ser una interesante forma de ampliar el trabajo en el futuro.

2.7.7. Estudios empíricos

A pesar de las válidas críticas enunciadas con anterioridad la Nairu constituye uno de los principales instrumentos para estimar las presiones inflacionarias generadas en el mercado de trabajo. Su importancia queda constatada por los numerosos estudios realizados por bancos centrales alrededor del mundo. Si bien, como se ha mencionado diferentes métodos de estimaciones arrojan distintos resultados. Si se mantiene la misma metodología resulta posible construir una serie propia de la Nairu que permita tanto analizar los ciclos pasados como comprender prospectivamente la dinámica de inflación en la economía. Al mismo tiempo, es necesario destacar que los modelos de tipo DSGE utilizados actualmente por organismos públicos y bancos centrales contienen en su formulación una concepción similar a la tasa natural de desempleo, como aquella definida por Friedman. Por este motivo se analizan algunos trabajos que estiman la Nairu para países desarrollados y en vías de desarrollo. Así mismo, se resaltarán aquellos elementos y consideraciones de los autores que diferencian su métodos de estimación.

Entre los trabajos recientes se destacan el realizado por Navarátil y Hurnik (2005) que utiliza el procedimiento de filtro de Kalman para estimar la Nairu la República Checa para el

periodo 1994-2004. En el mismo se emplea como choque de oferta las variaciones en el tipo de cambio real con respecto de su valor teórico. Por otro lado, realiza diferentes estimaciones modificando la forma en la cual los agentes económicos establecen sus expectativas de inflación, mediante métodos forward looking¹⁰ o backward looking¹¹. Esta distinción es realizada por los autores ya que el Banco Central del país persigue de manera explícita una política de metas de inflación, lo cual provoca que la utilización de expectativas adaptativas no sea lo más conveniente para el cálculo de la Nairu.

Richardson(2002) estima la Nairu de 21 países pertenecientes a la OECD mediante el filtro de Kalman. El período de análisis comprende los años 1980-1999. Así mismo, utiliza como choques de oferta los cambios en los precios relativos de las importaciones y las fluctuaciones en el precio del petróleo.

Vuslat (2014) realiza una estimación de la Nairu para la economía de Turquía para el periodo 2000-2013 mediante la utilización de un filtro de Kalman extendido o ampliado. Se utiliza como variable de control las variaciones en el tipo de cambio nominal. La importancia de este trabajo radica en que el filtro de Kalman extendido permite eliminar el supuesto de estabilidad en las relaciones de las variables económicas, principalmente entre el desempleo e inflación. Vuslat señala que la naturaleza de la economía de Turquía, caracterizada por la volatilidad y fuertes ciclos de expansión y contracción, provoca que la aplicación de un filtro de Kalman convencional no sea la más conveniente para la estimación de variables inobservables.

Greenslade (2003) estimó la Nairu para la economía del Reino Unido para el periodo 1973-2000 mediante la aplicación tanto de un filtro de Hodrick Prescott como uno de Kalman. Se destaca del trabajo que el autor utiliza no solo la inflación núcleo de la economía británica sino que también realiza una estimación alternativa mediante la consideración de la inflación salarial (*earnings Inflation*).

¹⁰Forward looking hace referencia al método por el cual los agentes económicos establecen sus expectativas sobre los precios futuros a partir de la información presente

¹¹Backward looking este método sostiene que los agentes consideran que la evolución futura de los precios será igual que en el pasado

3. Metodología

Es importante destacar que el problema principal que surge al estimar la Nairu radica en su naturaleza de variable inobservable. Siguiendo a Szeto y Guy (2004) se clasificaran las formas de estimación en tres grandes grupos, Estructurales, Estadísticos y métodos de forma reducida.

- El primer grupo consiste en estimar la Nairu a través de métodos exclusivamente estadísticos que permiten dividir el desempleo entre sus componentes cíclicos y de tendencia (Nairu).
- El segundo grupo consiste en realizar modelos de comportamiento de estructuras de precios y salarios. En donde la Nairu se deriva de estos sistemas asumiendo cierto tipo de equilibrio parcial o total en los mercados. Por ejemplo asumiendo alguna clase de modelo dinámico de equilibrio general (DSGE).
- Por último el tercer grupo es una combinación de los métodos descritos con anterioridad que se caracteriza por realizar alguna formulación de la curva de Phillips. Para lo cual, se deben realizar supuestos de comportamientos de las variables que intervienen. Por otro lado las técnicas estadísticas que se aplican imponen condiciones a la estimación.

3.1. Métodos estadísticos

Estas formas de estimación comenzaron a ganar influencia a partir de la de la década de 1980, se caracterizan por aplicar métodos puramente estadísticos como los modelos VAR (Vectores autoregresivos), además de diferentes tipos de filtros como el de Hodrick Prescott, el Band pass⁶ y el Random Walk⁷. Estos procedimientos se concentran específicamente en descomponer la tasa de desempleo en sus componentes estructural (Nairu) y cíclico. El supuesto detrás de estos modelos es que no existe ningún trade off entre desempleo e inflación en el largo plazo, por lo que en promedio el desempleo debe fluctuar alrededor de la Nairu. Esto es consecuencia de que los factores de mercado son lo suficientemente importantes como para devolver el nivel de desempleo de vuelta a su tendencia. El cuestionamiento más importante que presentan es que no se consideran ningún tipo de información adicional para el cálculo de la Nairu, principalmente la relación existente entre la brecha (gap) de desempleo

⁶Filtro band pass o paso banda, es un filtro que genera una transformación lineal de los datos que deja intactos los componentes de una determinada especificación de banda, eliminando el resto de la información

⁷Filtros de Random Walk o camino aleatorio

(desempleo – Nairu) y los niveles de inflación.

3.2. Métodos estructurales

Los métodos estructurales implican la formulación de sistemas de ecuaciones en las cuales se asumen determinados comportamientos que explican la determinación de precios y salarios en la economía. Se destacan los trabajos de Layard et al (1991), Phelps (1994) l’Horty y Raul (1999).

Los modelos estructurales tienen como principal beneficio el poder explicar cómo los choques externos y las diferentes políticas económicas impactan el nivel de la Nairu. No obstante no existe acuerdo sobre la mejor manera en la que se debe estructurar el modelo. Por ejemplo Rowthorn (1999) critica que el supuesto de elasticidad de sustitución entre capital y trabajo unitario utilizada en el modelo de Layard (1991) no es realista. Además, no existen acuerdo sobre cuál es la manera apropiada para modelar las expectativas de inflación en la economía, variable fundamental para el cálculo de la Nairu. Más significativamente no existe un consenso sobre las implicaciones de largo plazo que generan los cambios en las tasas reales de interés, las variaciones en los niveles de productividad, entre otros. Por otro lado, no existe acuerdo sobre las variables explicativas que deben o no incorporarse. A su vez resulta especialmente difícil medir ciertas variables institucionales que afectarían directamente el nivel de la Nairu, tales como el grado de sindicalización, los beneficios por desempleo, el grado de protección laboral, entre otros (Blanchard y Wolfers, 1999). Por último, a partir de métodos estructurales, en los cuales se realizan supuestos sobre la forma en la cual se establecen los salarios reales y los márgenes de beneficios para las empresas, se obtiene una tasa de desempleo, que al asumir un ajuste total de las firmas y los trabajadores a los choques externos, está más estrechamente relacionada con el concepto tasa de desempleo de largo plazo que de la Nairu en sí (Blanchard y Wolfers, 1999).

3.3. Métodos de forma reducida

Constituye el método más utilizado para estimar la Nairu. El mismo tiene las ventajas de, por un lado, está directamente relacionado con la propia definición del concepto y por otro lado presentar una formulación simple e intuitiva. A diferencia de los métodos estadísticos deben realizarse supuestos de comportamiento para la estimación. En su versión más sencilla se calcula la Nairu como una constante (Fortin, 1989); (Fuhrer, 1995) (Estrella y Mishkin, 1998), lo cual puede ser un supuesto congruente cuando se analizan periodos de tiempo muy

largos.

Uno de los primeros intentos en estimar una Nairu que varíe a lo largo del tiempo fue desarrollado por Elmeskov (1993). Este método consistía en estimar la Nairu a partir de variaciones en la inflación salarial basada en una formulación simple de la curva de Phillips. Si bien a este trabajo le sucedieron múltiples críticas como por ejemplo que la relación entre desempleo e inflación podría haberse complejizado (Holden y Nyomoen, 1998); fue posteriormente utilizado por la OECD y dio origen al desarrollo de múltiples trabajos empíricos que comenzaron a considerar la concepción variante de la Nairu. Este impulso generó que se emplearan nuevos métodos estadísticos.

El método más importante en la literatura reciente es el filtro de Kalman que permite estimar de forma simultánea la Nairu y la curva de Phillips. En este sistema la Nairu varía a lo largo del tiempo sujeta a algunas restricciones sobre su evolución. Este método tiene como beneficio que no deben especificarse todas las variables que la afectan. La ventaja más importante del Filtro de Kalman es que permite estimar una Nairu directamente relacionada con la inflación, pero tiene como contrapartida que no se especifican las relaciones estructurales que generan modificaciones en su nivel. Entre los trabajos que aplican este método se destacan los de Gordon (1997 y 1998) King (1995) y Straiger (1997).

3.4. Filtro de Kalman

El filtro de Kalman constituye el principal algoritmo para estimar sistemas dinámicos representados en la forma espacio-estado (State-Space) (Solera Ramirez, 2003). Una representación de la forma estado espacio se caracteriza por presentar un sistema completo en el que existe variables input” (entrada), .output” (salida) y de estado, estando las mismas relacionadas por un sistema de ecuaciones. Las variables estado evolucionan a través del tiempo de forma tal que dependen de su propio valor y de los valores que externamente, al modelo, asuma la variable input. Para el caso de variables no observables, la variable estado La variable de tipo output depende del valor que asuma la variable estado. El origen de este filtro se remonta al artículo “A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems”⁸ Kalman (1960) donde presenta una solución recursiva para el problema de filtrado de datos discretos. Sin embargo, la popularidad de dicho filtro comienza a extenderse como consecuencia de la evolución de métodos estadísticos computarizados. Este es utilizado en numerosos estudios que no se limitan al ámbito de la economía sino que también alcanzan al área de la navegación autónoma y asistida, en el área de rastreo de misiles entre otros campos (Solera Ramirez, 2003).

El Filtro de Kalman constituye un método matemático que opera mediante un mecanismo de predicción y corrección. El algoritmo calcula el nuevo estado a partir de su estimación previa añadiendo un término de corrección proporcional al error de predicción, de tal forma que este último es minimizado estadísticamente. De esta manera que es posible calcular la función de verosimilitud sobre el error de predicción con lo cual se lleva a cabo la estimación de los parámetros no conocidos del sistema. El procedimiento de estimación completo es el siguiente: el modelo es formulado bajo la forma estado espacio para un conjunto inicial de parámetros dados, los errores de predicción del modelo son generados por el filtro. Estos son utilizados para evaluar recursivamente la función de verosimilitud hasta maximizarla.

3.4.1. Espacio-Estado

Los modelos espacio-estado son esencialmente una notación conveniente para abordar el manejo de un amplio rango de modelos de series de tiempo. En la estimación y control de problemas esta metodología se basa en modelos estocásticos, dado el supuesto de la naturaleza errónea de las mediciones. La representación espacio-estado de un sistema lineal captura la dinámica de un vector Z_t de orden $nx1$ en términos de un posible vector no observado X_t de

⁸Un acercamiento al filtrado lineal y los problemas de predicción

orden $m \times 1$ conocido como vector de estado. Los modelos estado-espacio tienen muchas aplicaciones econométricas y algunas veces son denominados modelos de series de tiempo estructurales, dado que pueden ser constituidos de una forma particular imponiendo restricciones en alguno de sus parámetros naturales.

Las variables de estado son variables cuyos valores evolucionan a través del tiempo de forma tal que depende de los propios valores que asumen las variables y por las externalidades impuestas por

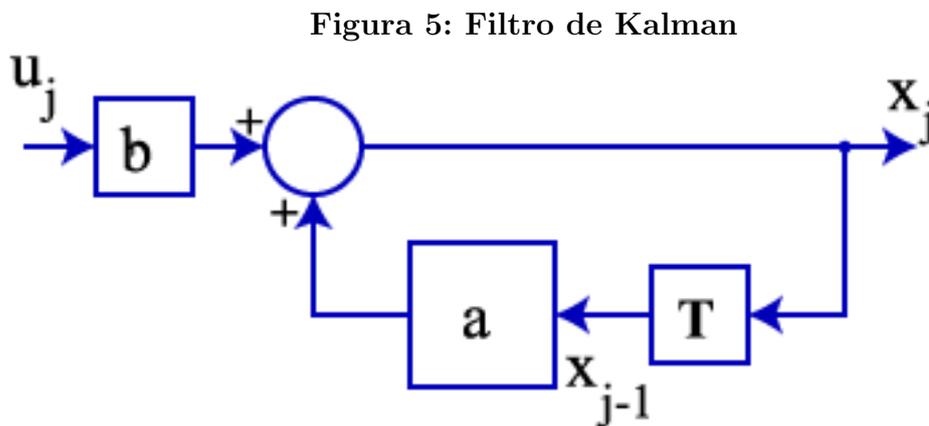
Entre los usos particulares de los modelos estado-espacio se encuentra la modelación de componentes no observables, que pueden incluir variables latentes tales como el ciclo económico, la tasa natural de crecimiento de la población o expectativas inflacionarias. También permiten organizar o fijar modelos con parámetros que cambian en el tiempo, los cuales son muy útiles cuando se analizan cambios estructurales, por ejemplo realizar estimaciones de la persistencia inflacionaria. A su vez estas representaciones son usadas para estimar modelos ARI-MA y otros modelos que requieren ser aproximados por máxima verosimilitud. En estos modelos la estimación de la magnitud y conducta de las variables en el tiempo se realiza por medio del algoritmo de Kalman.

3.4.2. Funcionamiento del Filtro de Kalman

En el siguiente apartado se procederá a explicar esquemáticamente el funcionamiento del filtro de Kalman, para consultar las derivaciones remitirse al anexo 1. El funcionamiento del filtro se explica a partir de suponer la existencia de un escalar x_j y de las constantes a y b , siendo u_j un escalar y representando j la variable tiempo

$$1) x_j = ax_{j-1} + bu_j$$

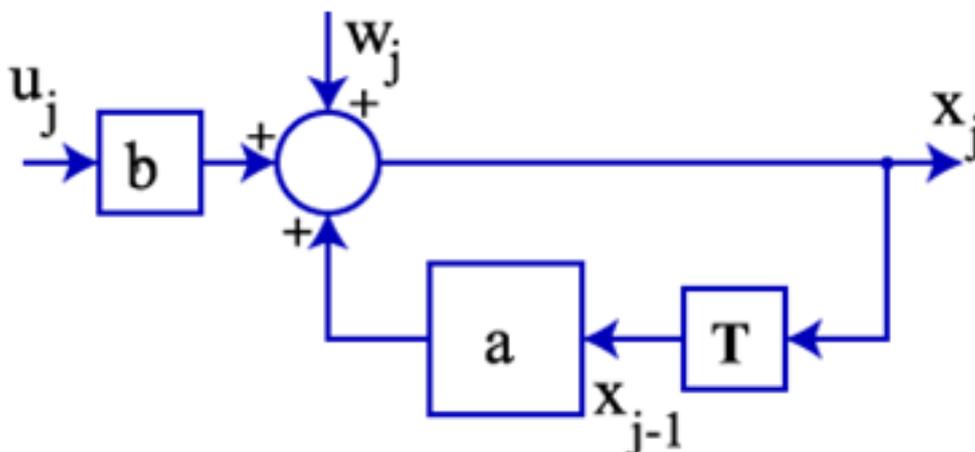
La ecuación 1 sostiene que el valor actual de x_j es igual al valor de x_j en el periodo precedente multiplicado por una constante (a) más un variable de control (u_j) multiplicado por la constante (b). La ecuación está representada en la siguiente figura en donde T representa un retardo en el tiempo.



Wharton departamento de Estadística

A la figura anterior se le agrega la variable w , que representa el término de error, se asume que su media es igual a 0 y su covarianza q no está correlacionada con el término u_j . Esta nueva situación puede observarse en la figura número 6.

Figura 6: Filtro de Kalman



Wharton departamento de Estadística

Dada la situación anterior el filtro de Kalman permite filtrar la variable x_j de manera tal que el término de error w es minimizado. Sin embargo, lo más importante es que nos permite estimar el valor de una variable inobservable, como es el caso de la Nairu. Para lo cual suponemos la existencia de una variable z_j . Esta variable z actúa como proxy⁹ de la variable inobservable x_j , estando representada por la siguiente formulación matemática.

$$2) z_j = hx_j + v_j$$

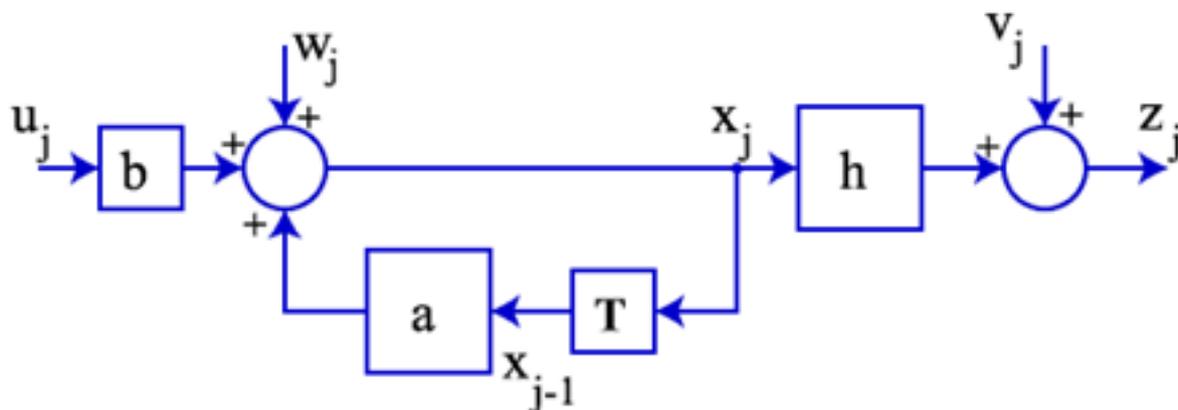
El valor de la variable z depende del valor actual de x_j multiplicado por una constante (h) más un término de error (v_j) nuevamente con media 0 y Covarianza R . Es necesario aclarar que el vector h , que explica la relación entre x_j y z_j , es conocido y por lo tanto no debe ser estimado por el filtro. Por otro lado, el término v_j no se encuentre relacionado con el ruido w_j , constituyendo un supuesto que permite la aplicación del filtro.

El objetivo del filtro de Kalman, en presencia de una variable inobservable, es estimar la variable x_j a partir de la aplicación de un filtro sobre la variable z minimizando conjuntamente los términos de error w y v . Para lo cual se considera la información contenida en las ecuaciones 1 y 2.

Es importante resaltar que para aplicar este procedimiento es importante considerar valores iniciales para la variable x_j así como también para el término de error. Si esto no sucediese

⁹Variable proxy: es una variable instrumental que tiene como propósito reemplazar una variable que no puede ser directamente observada. Debe tener la cualidad de estar estrechamente correlacionada con dicha variable que intenta reemplazar y no estar correlacionada con el término de error.

Figura 7: Filtro de Kalman



Wharton departamento de Estadística

el filtro comenzará otorgando el valor de 0 para ambas variables provocando que los valores iniciales de la variable x_j no sean, dependiendo el caso, muy precisos. Una vez realizada esta aclaración el filtro comienza estimando, a partir de la ecuación 1 y considerando los valores iniciales, un valor estimado para la variable x_j que se denomina estimación a priori. El cual es representado en este esquema con la forma:

$$3) x^j = ax^{j-1}$$

Por otro lado, se utilizan estos valores iniciales para estimar el valor de z_j (utilizando la ecuación número 2). Una vez realizada esta estimación el filtro realiza una comparación entre el valor real y el valor estimado de la variable z_j , lo que se conoce como residuo o innovación.

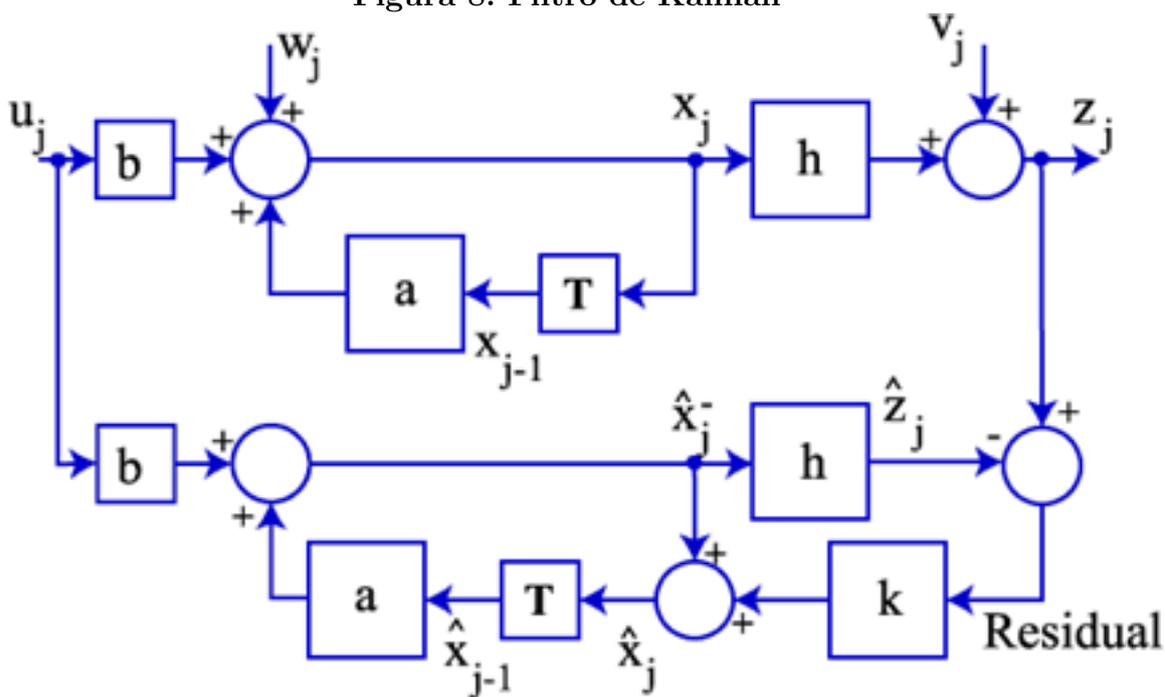
$$4) z_j - z^j = z_j - hx^j$$

Necesariamente si el residuo tiende a 0 significa que el estimador z_j es un buen estimador de la variable x_j . Consecutivamente se utiliza esta información para redefinir el estimador de la variable x_j . La nueva estimación que se realiza incorporando la información contenida en el residuo se denomina estimación a posteriori. La nueva estimación sigue la forma de la ecuación número 3 en donde se utiliza la estimación a priori y la información contenida en el residuo. Así mismo puede observarse que cuanto mayor sea el residuo mayor será la corrección que se realiza al estimador a priori.

$$5) x^j = x^{-j} + k(\text{residuo}) = x^{-j} + k(z_j - hx^{-j})$$

La variable k presente en la ecuación 3 se denomina ganancia de Kalman y surge de transformar covarianza de los términos de error w_j y v_j .

Figura 8: Filtro de Kalman



Wharton departamento de Estadística

3.5. Filtro de Hodrick Prescott

El filtro de Hodrick Prescott es un filtro lineal y simétrico que se aplica sobre procesos discretos. El mismo descompone una serie observada en sus componentes de tendencia y ciclo. La aplicación de este método a la tasa de desempleo permite extraer la tendencia, la cual podría considerarse una estimación de la Nairu.

3.5.1. El filtro HP bajo una perspectiva de problema de minimización

Bajo la perspectiva de un problema de minimización el filtro HP identifica el ciclo y la tendencia equilibrando un trade-off entre suavidad y ajuste de tendencia. Siendo la ecuación la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{mín}[\sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda[\sum_{t=3}^T [(1 - B)^2 m_t]^2] \\ \text{S.a : } x_t = m_t + c_t \end{aligned}$$

donde B es el operador retardo tal que $Bz_t = z_{t-1}$. El valor de los parámetros λ se establece a priori y modula la suavidad de la tendencia m_t . Cuando mayor sea λ más suave será la tendencia. Por lo tanto, cuando este tiende a infinito obtendremos el máximo suavizado y la tendencia es lineal. Por el contrario, cuando λ tiende a 0 la tendencia coincide con la serie.

Es un acuerdo general el utilizar $\lambda = 1600$ para series trimestrales. Esta elección se suele justificar, bien por ser el valor que recomendaron Hodrick y Prescott (1980) o bien por haberse convertido en un valor convencional que permite hacer comparaciones entre trabajos. En series anuales no existe tal acuerdo y los valores usuales varían entre 10 y 400, lo cual provoca que los resultados no sean comparables entre sí. En lo que compete al presente estudio al tratar con series trimestrales se ha seguido la recomendación de Hodrick y Prescott y el consenso general en la academia estableciéndose el valor de $\lambda = 1600$.

3.6. Filtro de Kalman

En esta sección se detallarán los modelos a estimar a partir del filtro de Kalman. Las variaciones propuestas fueron establecidas en consonancia con las sugerencias planteadas por los distintos autores en la sección de estudios empíricos. Las especificaciones serán presentadas desde menor a mayor complejidad conceptual y analítica. Es decir, se partirá estableciendo supuestos sencillos como por ejemplo que la la Nairu resulta invariante a lo largo del tiempo, para sumar complejidad con diversas leyes de movimiento que rigen el comportamiento de la misma.

3.6.1. Modelo 1

La estimación del modelo 1 se realiza bajo el supuesto de que los valores pasados de la Nairu no afectan su valor presente. Este supuesto implica necesariamente que no existe histéresis en el desempleo y que por lo tanto las dinámicas anteriores no tienen interés para la determinación del valor actual. Tal supuesto resulta un tanto arbitrario ya que se aleja de las características propias de economías con alta volatilidad y por lo que este recurso sólo sería conveniente utilizarlo en aquellos países donde puede argumentarse que existe una tasa de desempleo relativamente constante a lo largo del tiempo. A pesar de esto, se estimará la Nairu bajo este supuesto sólo como punto de partida y por ser lo usual en la literatura, Gordon (1997).

Las variables utilizadas serán la variación de la inflación (en $t=0,-1,-4$), el gap de desempleo, la variación del precio del petróleo (*wti*) y la variación del índice de tipo de cambio real multilateral. Los retardos de la variación de la inflación fueron seleccionados en términos de un mejor ajuste. Así como también, por ser los más usados en la literatura por ejemplo en Gordon (1997).

$$1) \Delta \text{inflacion} = c(1)\Delta \text{inflacion}(-1) + c(2)\Delta \text{inflacion}(-4) + c(3)ue_{gap} + c(4)\Delta wti(-1) + c(5)\Delta \text{ltcrm}(-1) + E_t$$

$$2) U_{gap} = (\text{desempleo} - \text{nairu})$$

3.6.2. Modelo 2

En esta nueva especificación se supone para la estimación que la Nairu sigue un camino aleatorio (Random Walk), detallado en la ecuación 3. Esto tendrá como objetivo paliar los inconvenientes detallados en el modelo 1, permitiendo persistencia de los valores pasados de la Nairu, en especial cuando existen choques de oferta.

Por otro lado, se entiende como gap de desempleo la diferencia existente entre la tasa de desempleo y la Nairu, calculada por el filtro como variable inobservable. Para garantizar persistencia a lo largo del tiempo, se decidió que el gap de desempleo dependa de su valor anterior. Caso contrario se corre el riesgo de que exista grandes variaciones de la brecha de un período a otro, lo cual no refleja el comportamiento habitual de la economía argentina.

$$1) \Delta \text{inflacion} = c(1)\Delta \text{inflacion}(-1) + c(2)\Delta \text{inflacion}(-4) + c(3)ue_{gap} + c(4)\Delta wti(-1) + c(5)\Delta tcrm(-1) + E_t$$

$$2) U_{gap} = (\text{desempleo} - \text{nairu})$$

$$3) \text{nairu} = \text{nairu}(-1) + w_t$$

$$4) E_t \sim (0, \sigma_e^2)$$

$$5) w_t \sim (0, \sigma_w^2)$$

$$6) Cov(E_t; w_t) = 0$$

3.6.3. Modelo 3

El modelo desarrollado anteriormente se modifica reemplazando como variable de control el precio del barril de petróleo por un índice de precios mayoristas de Estados Unidos, teniendo como objetivo modelar la inflación externa.

$$1) \Delta \text{inflacion} = c(1)\Delta \text{inflacion}(-1) + c(2)\Delta \text{inflacion}(-4) + c(3)ue_{gap} + c(4)\Delta \text{indice}(-1) + c(5)\Delta tcrm(-1) + E_t$$

$$2) U_{gap} = (\text{desempleo} - \text{nairu})$$

$$3) \text{nairu} = \text{nairu}(-1) + w_t$$

$$4) E_t \sim (0, \sigma_e^2)$$

$$5) w_t \sim (0, \sigma_w^2)$$

$$6) Cov(E_t; w_t) = 0$$

3.6.4. Modelo 4

El modelo número 4 es esencialmente igual al modelo número 2, con la variante de que en esta instancia se modela el gap de desempleo como dependiente del gap de producto PBI-PBI Potencial. Este último calculado a partir de un filtro de Hodrick Prescott sobre la tasa de crecimiento del Producto. Tiene como objetivo linkear los movimientos de la Nairu con los ciclos estilizados del producto, lo cual permite un mejor ajuste cuando existen tasas de desempleo inusualmente altas, cómo es el caso de la argentina. Esto es como consecuencia de el modelo ajusta una tendencia del PBI de mas largo y no al valor inmediatamente anterior de la Nairu.

$$1)\Delta inflacion = c(1)\Delta inflacion(-1) + c(2)\Delta inflacion(-4) + c(3)ue_{gap} + c(4)\Delta wti(-1) + c(5)\Delta ltrm(-1) + E_t$$

$$2)U_{gap} = (desempleo - nairu)$$

$$3)ue_{gap} = c(1) * y_{gap}(-1) + e_t$$

$$4)nairu = nairu(-1) + w_t$$

$$5)E_t \sim (0, \sigma_e^2)$$

$$6)w_t \sim (0, \sigma_w^2)$$

$$7)Cov(E_t; w_t) = 0$$

4. Datos

El presente trabajo utiliza datos trimestrales para el período comprendido entre el tercer trimestre de 2003 y el primer trimestre de 2017. Esta elección temporal se debe a una cuestión de relevancia en un marco de inflación alta y creciente y de disponibilidad de información para las variables para años anteriores a 2003. Las series seleccionadas son la tasa de desempleo obtenida de la base de datos del INDEC, el índice de precios al consumidor obtenido de la base de datos de *Inflación Verdadera*. Éste índice de precios se utilizó por las controversias existentes en torno a las series de inflación del INDEC. Por otro lado, se utilizó el tipo de cambio real multilateral para Argentina elaborado por el Banco central de la República Argentina. Para el PBI se utilizó la base ajustada del INDEC. Por último, se empleó el Índice de inflación mayorista de Estados Unidos elaborado por el National Bureau of Economic Research (NBER) y el precio del Barril de Petróleo West Texas Intermediate (Bloomberg). Si bien en el marco teórico se ha mencionada la importancia que tienen factores estructurales para la variación de la Nairu (demográficos, rigideces en el mercado de trabajo, productividad y estado de bienestar) no hay series que reflejen dichos factores para el caso argentino. Es por este motivo que no fueron incorporados en esta tesina.

Cuadro 1: Fuentes

Variables	Fuente
Tasa de desempleo	INDEC
PBI	INDEC
Índice de tipo de cambio real multilateral	BCRA
Índice de precios	Inflación verdadera
Índice de inflación mayorista EE.UU	NBER
Precio del petróleo WTI	Bloomberg

5. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de las estimaciones realizadas por los diferentes métodos (ya descritos), junto con sus correspondientes interpretaciones. Las mismas fueron realizadas utilizando el software Eviews versión 9.5 Student Version.

5.1. Hodrick-Prescott:

En la figura número 9 puede observarse la estimación de la Nairu a nivel país para el periodo 2003-2017. En el eje de abscisas se identifican los trimestres correspondientes al periodo detallado, mientras que en el eje de ordenadas puede observarse los valores de la Nairu y de la tasa de desempleo.

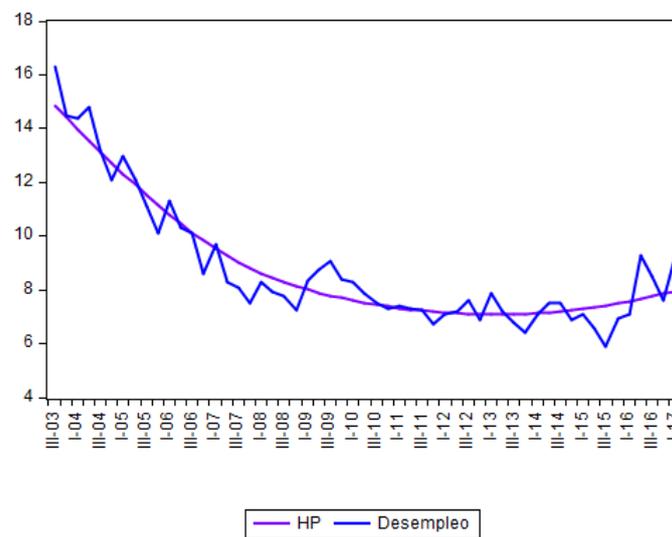
El filtro de Hodrick-Prescott permite separar de la variable objetivo su componente de tendencia y ciclo, siendo considerada para este caso la Nairu igual a la tendencia. Del análisis de la figura se desprende que la Nairu permanece, en promedio, por encima de la tasa de desempleo durante los primeros años del período, momento en el cual existen presiones inflacionarias en la economía. Este fenómeno resulta congruente con la teoría subyacente. Por otro lado, debe considerarse que la Nairu es decreciente a lo largo de la serie con incrementos en los últimos trimestres.

El principal problema que posee este método es que no permite considerar la influencia de choques externos que pueden generar modificaciones en la relación inflación desempleo. Tales como modificaciones en el tipo de cambio, en el precio del petróleo o en los términos de intercambio, entre otros.

Sin embargo, la utilización de filtros estadísticos típicamente presenta un problema de estimación al final, y principio, de la muestra. Esto se debe a que dichos filtros estiman la tendencia de la variable para una fecha en particular, mediante el uso de datos previos y posteriores a esa fecha. Por otro lado, es oportuno mencionar que los valores estimados hacia el inicio y final de la serie suelen presentar problemas como consecuencia de la menor disponibilidad de observaciones.

Entre los beneficios de este método podemos destacar su simplicidad de estimación y el arrojar resultados consistentes, en ausencia de importantes perturbaciones externas, con la teoría económica.

Figura 9: Estimación en base a Hodrick-Prescott



Elaboración propia

*HP: Hodrick-Prescott

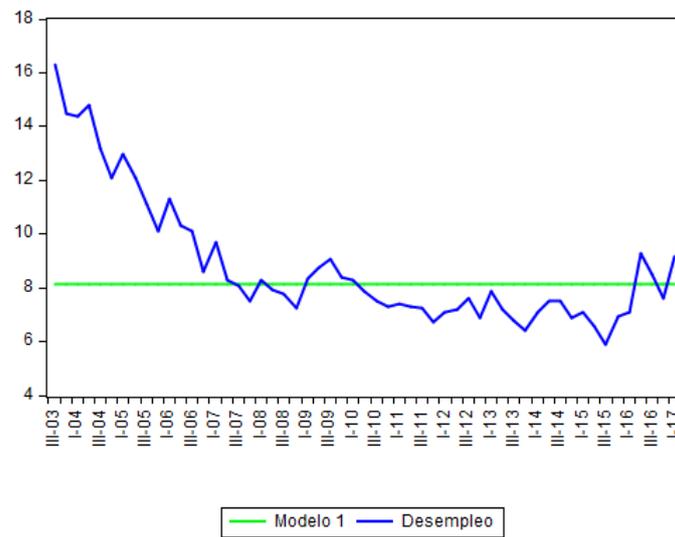
5.2. Filtro de Kalman

En el siguiente apartado se detallarán los modelos a partir de los cuales se estimaron las tasas de desempleo no aceleradoras de la inflación. Posteriormente se procede a seleccionar el mejor modelo a partir de su capacidad de predecir la inflación. Es necesario resaltar que para iniciar el filtrado es requisito establecer un valor inicial para la Nairu, de caso contrario se considera como valor de inicio el 0. De esta manera se ha supuesto que la Nairu comienza en 14,3 que resulta ser el primer valor obtenido cuando se le aplica a la serie de desempleo el filtro de Hodrick Prescott. La selección de este valor si bien arbitraria, no tiene paso en los resultados de la Nairu mas allá de los primeros valores. Por este motivo, para evitar valores inusualmente bajos en los primeros trimestres de la serie es que se decidió establecer el 14,3 como valor inicial, teniendo en cuenta que se podría haber seleccionado cualquier otro.

5.2.1. Modelo 1

El Modelo inicialmente considerado parte de formular la curva de Phillips, en base al modelo triangular de Gordon (1997), empleando como choque de oferta la variación del tipo de cambio real multilateral y el precio del barril de petróleo West Texas intermediate. En esta primera especificación se realiza el supuesto de que la Nairu permanece invariante a lo largo del tiempo. La estimación arroja una tasa de desempleo no aceleradora de la inflación de 8,15 por ciento. Sin embargo, como se explicó con anterioridad la Nairu varía a lo largo del tiempo por lo cual se estimarán modelos levantando el supuesto de invariabilidad.

Figura 10: Estimación modelo 1



Elaboración propia

5.2.2. Modelo 2

Tal como se describió anteriormente se procederá a calcular la Nairu de manera tal que se permita a la misma variar a lo largo del tiempo. Para ello se supuso que esta sigue un camino aleatorio (Random Walk), detallado en la ecuación 3.

$$1) \Delta \text{inflacion} = c(1)\Delta \text{inflacion}(-1) + c(2)\Delta \text{inflacion}(-4) + c(3)ue_{gap} + c(4)\Delta wti(-1) + c(5)\Delta \text{ltcrm}(-1) + E_t$$

$$2) U_{gap} = (\text{desempleo} - \text{nairu})$$

$$3) \text{nairu} = \text{nairu}(-1) + w_t$$

$$4) E_t \sim (0, \sigma_e^2)$$

$$5) w_t \sim (0, \sigma_w^2)$$

$$6) \text{Cov}(E_t; w_t) = 0$$

Cuadro 2: Estimación modelo 2

	Coefficientes	Errores estándares	Probabilidades
$\Delta \text{inflación}(-1)$	-0,12	0,1	0,20
$\Delta \text{inflación}(-4)$	-0,20	0,17	0,23
Ugap	-0,27	0,51	0,60
Wti(-1)	-0,03	0,02	0,27
Itrcm	0,02	0,013	0,20

En donde $\Delta \text{inflación}$ hace referencia a la tasa de variación de la inflación con respecto a un trimestre anterior, $\Delta \text{inflación}(-1)$ y $\Delta \text{inflación}(-4)$ indican uno y cuatro retardos en el tiempo respectivamente, es decir la variación de la tasa de inflación. De esta manera se han modelado las expectativas como adaptativas. Se utiliza la variación de la tasa de inflación de períodos previos como una de las variables explicativas de la variación de la tasa de inflación en “t” para contemplar el componente inercial de la misma. En Argentina esta se encuentra vinculada a la indexación de contratos y paritarias. En el futuro se podría extender el trabajo utilizando expectativas de inflación de encuestas como el REM del BCRA, pero a la fecha no se dispone de una serie lo suficientemente extensa para ser utilizada.

Por otro lado, los términos c1, c2, c3, c4 y c5 hacen referencia a las pendientes del modelo, las cuales se consideran que permanecen estables a lo largo del tiempo.

Como consecuencia de que el objetivo de esta tesina no es contrastar la hipótesis de la existencia de la curva de Phillips, solo se comentará brevemente los resultados de los coeficientes.

De esta manera, los mismos indican que las variables tipo de cambio real multilateral y el gap de desempleo resultan ser estadísticamente significativas al 10 por ciento.

5.2.3. Modelo 3

El modelo desarrollado anteriormente se modifica reemplazando como variable de control el precio del barril de petróleo por un índice de precios mayoristas de Estados Unidos, teniendo como objetivo modelar la inflación externa.

$$1) \Delta inflacion = c(1)\Delta inflacion(-1) + c(2)\Delta inflacion(-4) + c(3)ue_{gap} + c(4)\Delta indice(-1) + c(5)\Delta lterm(-1) + E_t$$

$$2) U_{gap} = (desempleo - nairu)$$

$$3) nairu = nairu(-1) + w_t$$

$$4) E_t \sim (0, \sigma_e^2)$$

$$5) w_t \sim (0, \sigma_w^2)$$

$$6) Cov(E_t; w_t) = 0$$

Cuadro 3: Estimación modelo 3

	Coefficientes	Errores estándares	Probabilidades
$\Delta inflación(-1)$	-0,09	0,1	0,33
$\Delta inflación(-4)$	-0,19	0,17	0,27
Ugap	-0,028	0,56	0,96
Índice(-1)	-0,004	0,13	0,97
Iterm	0,0038	0,005	0,45

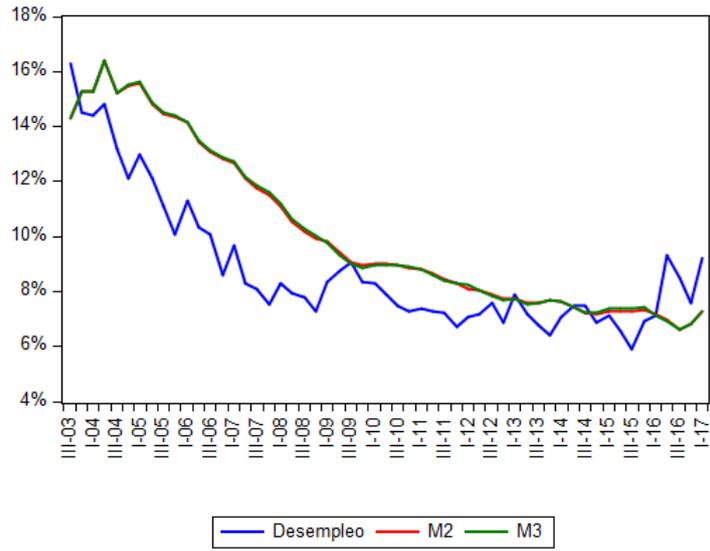
Puede observarse como la inclusión de una variable que controla por la inflación internacional empeoró la significancia estadística de la variable tipo de cambio. En términos generales no se produce gran modificación en los coeficientes de la regresión.

5.3. Análisis de resultados

La figura 11 muestra la evolución de las Nairu calculadas en base a los dos modelos descriptos. En la misma puede observarse como las Nairu obtenidas a partir de los modelos 2 y 3 son muy similares, hasta el punto de que resulta imposible diferenciar una de la otra durante toda la serie. Podemos ver que las tasas no aceleradoras de la inflación se mantienen por encima de la tasa de desempleo hasta el primer trimestre del año 2009, momento a partir del cual encontramos cierta variabilidad en su comportamiento. Una tasa de desempleo menor a la Nairu implica que existen en la economía presiones inflacionarias. Por lo tanto, el modelo capta el incremento de la inflación que se produce durante este período (de 12,3 por ciento en 2005 a 22,0 por ciento en 2010). Sin embargo, las tasas de desempleo en la economía, que se registran durante este primer período, se encuentran inusualmente altas como consecuencia de la crisis de empleo producto de la contracción económica de finales de la convertibilidad. Con tasas de desempleo históricamente elevadas cabe suponer que la Nairu se encontraría por debajo de la misma. Es decir que las presiones inflacionarias que son adjudicadas a la brecha de empleo podrían ser consecuencia de otros factores no contemplados en el modelo.

Durante el período comprendido entre el primer trimestre de 2009 y el tercer trimestre de 2011 la Nairu oscila en torno a la tasa de desempleo lo cual implicaría la existencia de presiones inflacionarias y deflacionarias de acuerdo al caso. Este comportamiento resulta compatible con las variaciones de la tasa de inflación que permanece, si bien elevada, estable en torno al 20 por ciento. Esto permitiría suponer que el modelo estaría pudiendo reflejar fielmente la dinámica inflación-desempleo, al menos para el período. A pesar de esto, cabría suponer que la Nairu se encuentra nuevamente muy elevada con respecto a la tasa de desempleo, en un contexto caracterizado por la estabilidad en los niveles de inflación.

Figura 11: Comparación Desempleo, Modelo 2 y 3



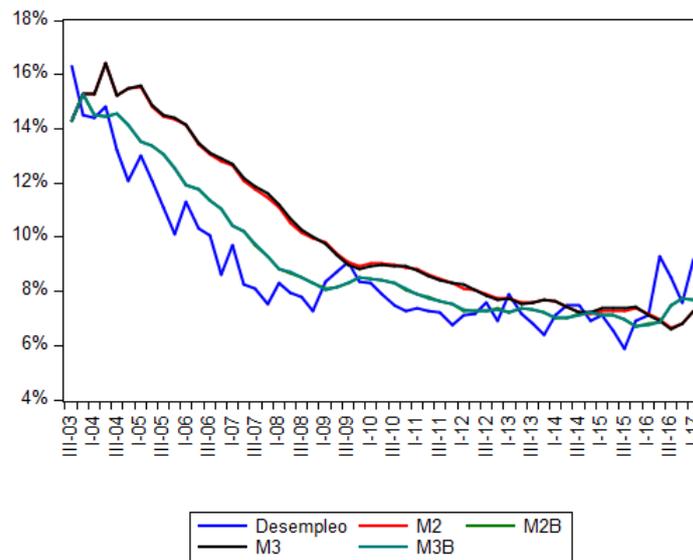
Elaboración propia

*M2: modelo 2 ; M3: modelo 3

5.4. Análisis de sensibilidad

Las estimaciones obtenidas fueron realizadas modelando el gap de desempleo como un Random Walk. En este apartado se modificará este supuesto considerando el gap como un ruido blanco. A tal efecto se volverán a estimar los modelos 2 y 3, ahora 2b y 3b, y se compararán con los resultados previos. Como puede observarse en la figura 12, las nuevas estimaciones difieren significativamente de los obtenidos previamente. En particular las estimaciones previas de la Nairu utilizando el filtro de Kalman presentan valores significativamente mayores a aquellas estimadas por los modelos 2b y 3b, para todo el período bajo análisis excepto luego del primer trimestre del año 2016. Esto podría ser consecuencia de la rápida caída de la tasa de desempleo evidenciada durante el primer período de la serie. Es decir que quitándole persistencia a la Nairu al especificar su ley de movimiento como un ruido blanco permitimos un ajuste mas rápido a la tasa de desempleo de la economía. Este se refleja a través de valores mas bajos que los observados con la especificación anterior.

Figura 12: Comparación Desempleo, Modelo 2, 2B, 3 y 3B



Elaboración propia

*M2: modelo 2; M2B: modelo 2B; M3: modelo 3; M3B: modelo 3B

5.5. Modelo 4

El modelo número 4 es esencialmente igual al modelo número 2, con la variante de que en esta instancia se modela el gap de desempleo como dependiente del gap de producto PBI-PBI Potencial, este último calculado a partir de un filtro de Hodrick Prescott sobre la tasa de crecimiento del Producto.

$$1)\Delta inflacion = c(1)\Delta inflacion(-1) + c(2)\Delta inflacion(-4) + c(3)ue_{gap} + c(4)\Delta wti(-1) + c(5)\Delta lterm(-1) + E_t$$

$$2)U_{gap} = (desempleo - nairu)$$

$$3)ue_{gap} = c(1) * y_{gap}(-1) + e_t$$

$$4)nairu = nairu(-1) + w_t$$

$$5)E_t \sim (0, \sigma_e^2)$$

$$6)w_t \sim (0, \sigma_w^2)$$

$$7)Cov(E_t; w_t) = 0$$

Cuadro 4: Estimación modelo 4

	Coefficientes	Errores estándares	Probabilidades
$\Delta inflación(-1)$	-0,09	0,18	0,61
$\Delta inflación(-4)$	-0,11	0,21	0,6
Ugap	-5,14	18,53	0,08
Wti(-1)	0,06	0,05	0,14
Iterm	1,01	0,66	0,07

El objetivo de esta nueva especificación es vincular el gap de desempleo por medio de la ley de Okun al gap de producto. Esta nueva especificación genera resultados distintos a los arrojados por los modelos previamente estimados. En esta ocasión, durante el primer período comprendido entre el inicio de la serie y el primer trimestre del año 2009 la Nairu se ubica, en promedio, por debajo de la tasa de desempleo de la economía. De esta manera, el gap de desempleo resulta deflacionario, lo cual sería esperable como consecuencia de la presencia de tasas altas y persistentes de inflación.

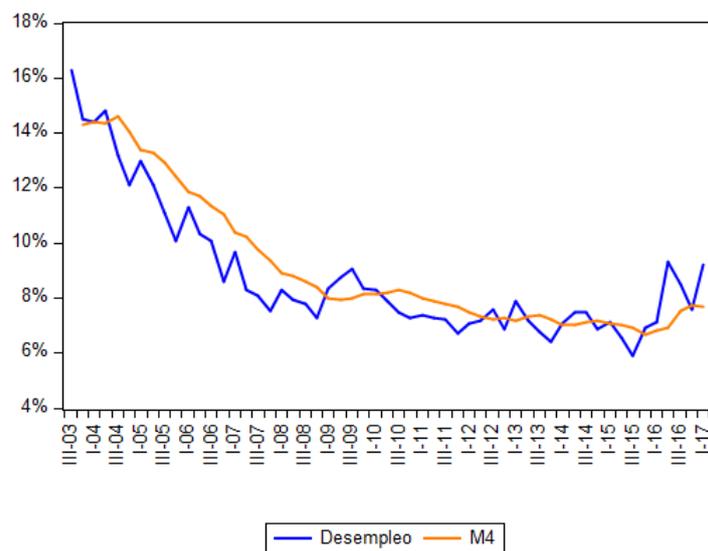
Sin embargo, y al igual que las estimaciones anteriores las tasas de desempleo permiten pensar que en principio el modelo no refleja todos los mecanismos que explican el proceso inflacionario. Por otra parte, esta nueva estimación refleja de manera precisa la estabilidad de la

inflación, entorno al 20 por ciento, durante el primer trimestre del 2009 y el primer trimestre del año 2012. Posteriormente a este período comienza a existir un mayor desacople entre la Nairu y la tasa de desempleo.

Por otra parte, esta nueva formulación explica de manera mas precisa la estabilidad de la inflación entre el primer trimestre de 2009 y el primer trimestre de 2012. Es decir señala la existencia de baches inflacionarios y deflacionarios, esto se contrapone a los resultados obtenidos por los restantes modelos (con excepción de m2b y m3b). Esta intermitencia en el gap de desempleo, permite reflejar el impacto recesivo de la crisis financiera internacional de 2008/9, con su consecuente impacto sobre el nivel de actividad de la economía argentina.

Posteriormente a este período comienza a existir un mayor desacople entre la Nairu y la tasa de desempleo. Finalmente, en el período 2016-17 existe un aumento significativo de la tasa de desempleo que no es acompañado por el aumento de la Nairu, resultando en principio en un gap deflacionario. Sin embargo, es evidente que durante esta etapa se produce un incremento en la inflación que podría deberse más a una situación cambiaria que a restricciones en el mercado de trabajo.

Figura 13: Estimación modelo 4



Elaboración propia

*M4: modelo 4

5.6. Comparación de resultados

Finalmente, en la figura 14 podemos observar una comparación de los distintos métodos de estimación de la Nairu, se utilizará el modelo 2 como representativo de los modelos que suponen que la Nairu sigue un camino aleatorio. En primera instancia se aprecia una gran divergencia entre los resultados obtenidos por el modelo 2 con los arrojados por el modelo 4. De esta manera, la Nairu podría estar seriamente sobreestimada en el modelo 2, llevando a resultados y a derivaciones de política económica diametralmente distintos a los que arribaríamos de haber estimado la Nairu incluyendo los ciclos en el nivel de crecimiento de la economía.

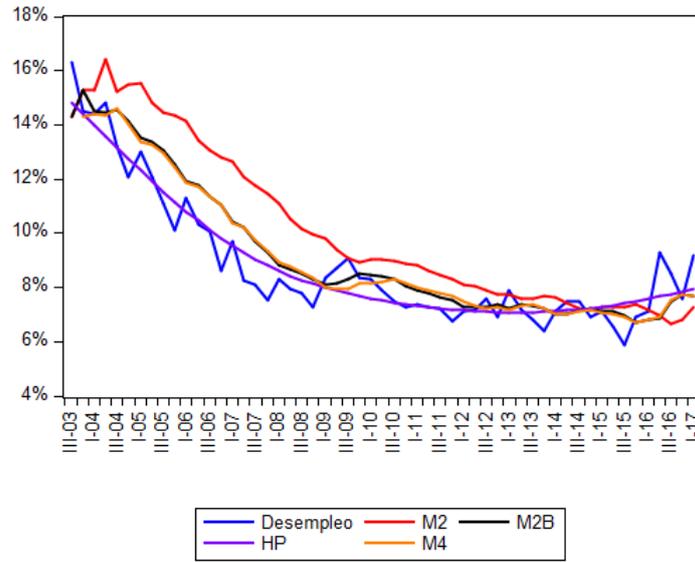
Por otro lado, si estimamos la Nairu como una tendencia a través del filtro de Hodrick Prescott no podemos apreciar, en buena medida, los efectos de los ciclos económicos en su nivel. Estos efectos de los ciclos sí son reflejados por parte de los modelos 2 y 4, apreciándose un comportamiento divergente entre estas dos series y la calculada a partir del filtro. Posiblemente el ciclo más importante del período es el observado entre el primer trimestre del año 2009 y el primer trimestre del año 2010. En este período, la crisis financiera internacional podría haber generado un incremento de la Nairu que no es captado por el filtro de Hodrick Prescott. Por último entre el primer trimestre del 2016 y el tercer trimestre del año 2016 se produce una clara divergencia entre los resultados obtenidos por los distintos métodos de estimación.

Finalmente, las diferencias al final de la muestra pueden deberse a los problemas propios del Filtro de Kalman, abordados con anterioridad, al reducirse la cantidad de observación utilizadas. Este problema es común tanto al modelo de Hodrick-Prescott como el Modelo 4.

Cuadro 5: Resultados

Período	HP	Modelo 2	Modelo 2B	Modelo 4	Desempleo	Inflación
III-03 a I-09	10,83	13,23	11,65	11,46	10,6	9,8
II-09 a III-11	7,52	8,93	8,16	8,07	7,9	23,1
IV-11 a IV-15	7,20	7,61	7,19	7,18	7,0	21,9
I-16 a I-17	7,77	6,99	7,32	7,35	8,3	25,3

Figura 14: Comparación de resultados



Elaboración propia

*HP: Hodrick Prescott; M2: modelo 2; M2B: modelo 2B; M4: modelo 4

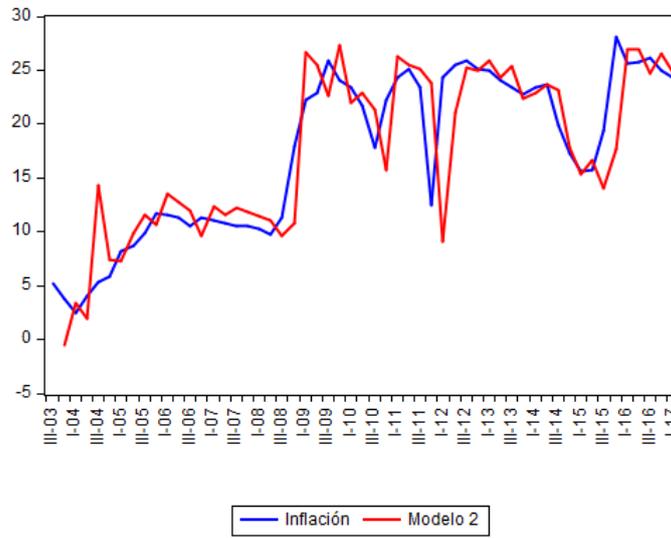
5.7. Predicción de la Inflación

En esta instancia se utilizarán los 5 modelos calculados a partir del filtro de Kalman para predecir la inflación y en función de este criterio se procederá a seleccionar aquel modelo que minimice los errores al cuadrado entre el valor predicho y el valor observado. Por último, se realizará una representación gráfica de los resultados obtenidos.

A partir del análisis de las figuras de inflación podemos apreciar como la inflación predicha por el modelo número 2b ajusta de forma más precisa con los verdaderos valores de esta variable. Es importante destacar que al haber modelado las expectativas de inflación de forma adaptativa, los diferentes modelos solo reaccionan ante grandes cambios en el comportamiento de la inflación con uno o varios rezagos en el tiempo. Es decir, que ante modificaciones importantes los agentes sistemáticamente se equivocan, como consecuencia de que no realizan predicciones sobre los valores futuros de las distintas variantes relevantes en el modelo. Este problema podría ser parcialmente remediado mediante la incorporación de variables que modelen expectativas futuras, como el relevamiento de expectativas de mercado del Banco Central. Sin embargo, la serie que se obtiene de estas encuestas no abarca todo el período bajo análisis y por lo tanto no pudieron ser utilizadas por este trabajo.

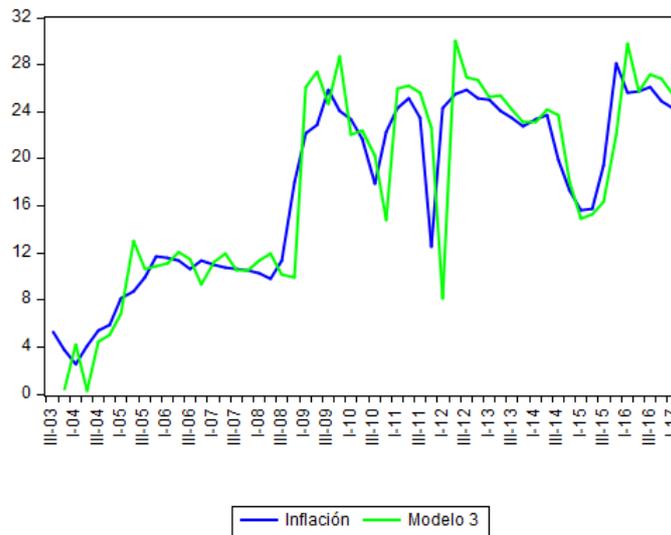
Finalmente, si analizamos los errores al cuadrado entre la inflación predicha por los distintos modelos y los verdaderos valores de la inflación encontramos que, en concordancia con lo observado gráficamente, que el modelo número 2b es el que mejor explica las variaciones de la inflación en el período de análisis. Los resultados se pueden observar en la figura número 18.

Figura 15: Modelo 2 como predictor de la inflación



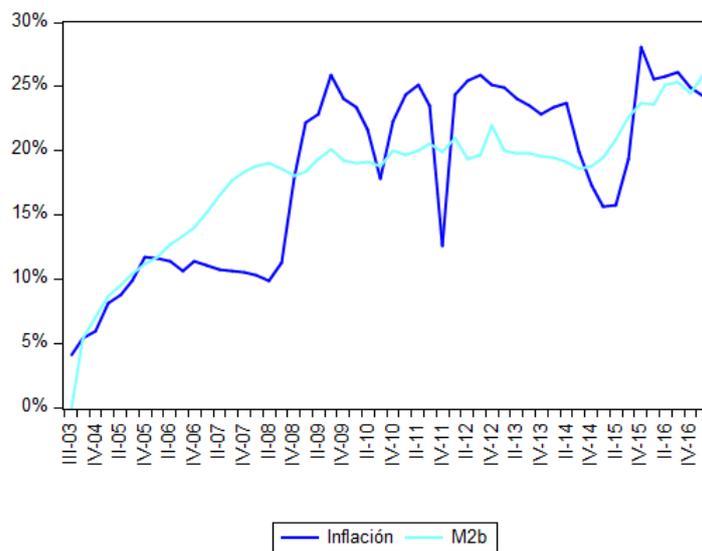
Elaboración propia

Figura 16: Modelo 3 como predictor de la inflación



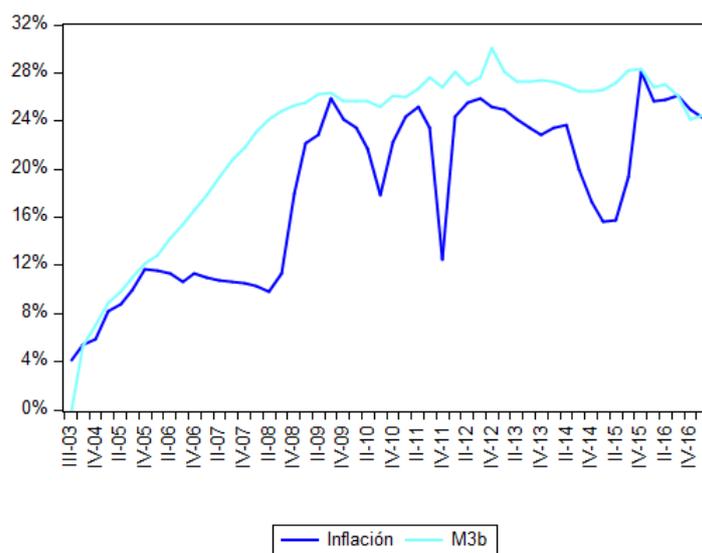
Elaboración propia

Figura 17: Modelo 2B como predictor de la inflación



Elaboración propia

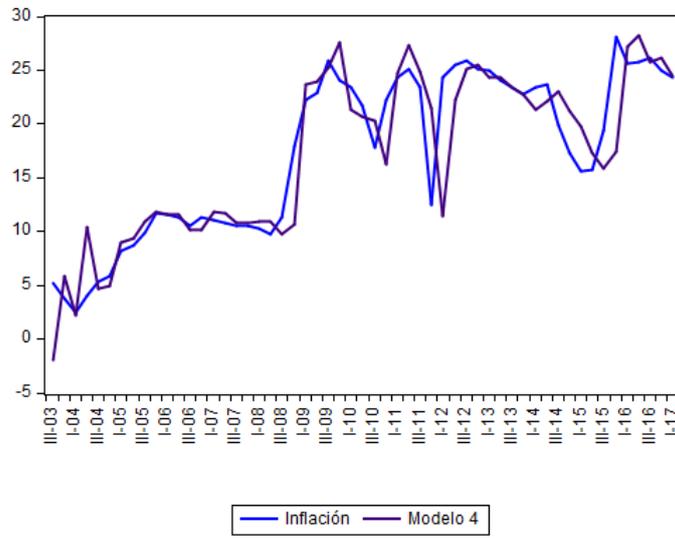
Figura 18: Modelo 3B como predictor de la inflación



Elaboración propia

*M2B: modelo 2B

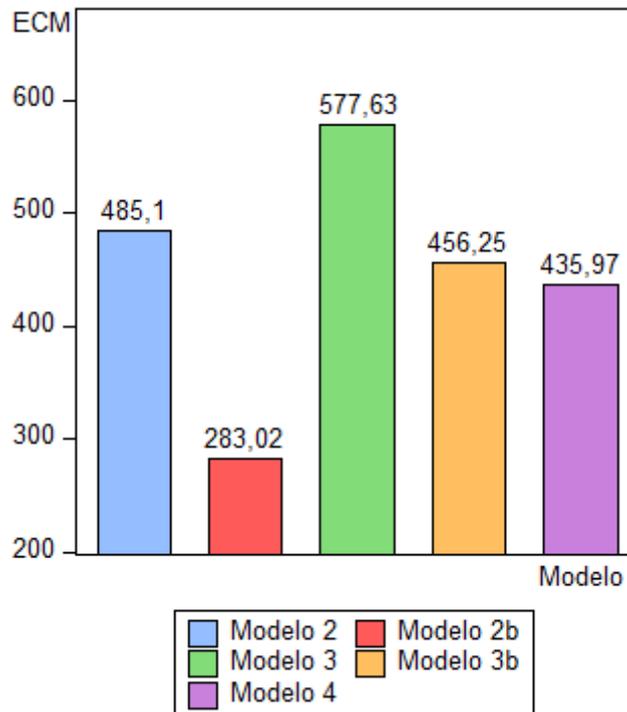
Figura 19: Modelo 4 como predictor de la inflación



Elaboración propia

*M3B: modelo 3B

Figura 20: Error de predicción por modelo



Elaboración propia

6. Conclusiones

En este trabajo se estimó la tasa natural de desempleo no aceleradora de la inflación argentina para el periodo comprendido entre el tercer trimestre de 2003 y el primer trimestre de 2017, para lo cual se utilizaron diferentes métodos que incluyen el conocido filtro de Hodrick Prescott y cuatro diferentes especificaciones de Filtros de Kalman. Siendo el objetivo principal del presente trabajo contribuir a la literatura sobre la dinámica de inflación y desempleo en la Argentina.

Los resultados obtenidos fueron sensibles al tipo de método utilizado y a las diferentes formas adoptadas para realizar el filtro de Kalman. Los modelos que suponen que el gap de desempleo sigue un camino aleatorio arrojaron valores significativamente mayores que los obtenidos cuando se aplicó la ley de Okun o cuando se modeló el gap de desempleo como un ruido blanco. Los resultados alcanzados por la primera forma de especificación modifican sensiblemente la influencia de la demanda en la inflación. Sin embargo, si bien existieron diferencias entre las distintas estimaciones todas señalaron la presencia de baches inflacionarios o deflacionarios en los mismos períodos de tiempo. No obstante, la presencia de un proceso inflacionario en el período comprendido entre 2003 y 2009, revela que los diferentes métodos de estimación no han podido captar el verdadero proceso generador de la inflación. Es por esto que es posible que hayan sobre estimado la importancia que tuvo la brecha de desempleo sobre la misma.

A raíz de esta conclusión es que puede resultar enriquecedor explorar otras formas de estimación por fuera de las tradicionales aquí desarrolladas, que permitan captar de mejor forma los ciclos de inflación para el caso argentino. Cómo por ejemplo puede ser la formulación de un modelo dinámico de equilibrio general. Por otro lado, los determinantes de la Nairu desarrollados en el marco teórico no fueron incluidos como consecuencia de la inexistencia de series que reflejen estas variables o que abarquen la totalidad del período seleccionado o por ser totalmente invariables a lo largo del tiempo como por ejemplo aquellas relacionadas con los impuestos al trabajo.

Por otro lado, y de forma esperada se concluye que el filtro de Hodrick Prescott al estimar valores suavizados no permite captar la naturaleza errática de la economía argentina, siendo por lo tanto un método más apropiado para el análisis de economías con mayor estabilidad en las variables de referencia.

Finalmente, se ha considerado la posibilidad de que la forma en la cual se modelaron las

expectativas de inflación (adaptativas) provocasen que los valores estimados de la inflación reacciones con rezagos a cambios bruscos en esta variable. De esta manera, los agentes al sólo considerar la inflación pasada en sus proyecciones se equivocan sistemáticamente en sus predicciones. Por este motivo, es que se sugiere que en futuras estimaciones se revalúe la forma en la cual los agentes establecen sus expectativas incorporando expectativas de inflación futura.

7. Bibliografía

- Ball, L.(2009). Hysteresis in unemployment: old and new evidence, National Bureau of Economic Research.
- Ball, L. y Mazumder, S.(2015). A Phillips Curve with Anchored Expectations and Short-Term Unemployment. International Monetary Found, Research Department. Working Paper 15/39, 2015.
- Ball,L. y Mankiw,G.(2002). The NAIRU in theory and practice. Journal of Economic Perspectives, vol.16 no.4.
- Ball, L. y Mazumder, S.(2011). Ination Dynamics and the Great Recession. Brookings Papers on Economic Activity, 337–405.
- Blanchard, O. J. y Katz, L.F.(1997).What We Do and Do Not Know about the Natural Rate of Unemployment. Journal of Economic Perspectives, Winter 1997, 11(1), pp. 51-72.
- Blanchard, O.J. y Summers,H.L.(1986). Hysteresis and the European Unemployment Problem. in NBER Macroeconomics Annual. S. Fischer, ed. Cambridge,Mass.: MIT Press, pp. 15–78.
- Crosby, M. y Olekalns, N. Inflation, Unemployment and the NAIRU in Australia.The Australian Economic Review, 31:2.
- Eisner, R.(1994). Editors Comer: Challenge to the Natural Rate Doctrine. Journal of Post Krynesian Economics 17:1.
- Elmeskov, J.(1993) High and Persistent Unemployment. Assessment of the Problem and Its Causes. Paris: OECD.
- Estrella, A. y Mishkin, F.S. (2000). Rethinking the Role of NAIRU in Monetary Policy: Implications of Model Formulation and Uncertainty. NBER Working Paper No. 6518.
- Fortin, P. (1989). How natural is Canada’s high unemployment rate?. European Economic Review, Vol. 58, pp. 1-17.
- Friedman,M.(1968). The Role of Monetary Policy. American Economic Review. Marzo,58, pp. 1–17.
- Galbraith, J. K.(1997). Time To Ditch the NAIRU. Journal of Economic Perspectives. 11:1 Winter (1997):93-108.
- Gianella,C., Koske, I., Rusticelli, E. y Chatal, O.(2008). What drives the Nairu? Evidence

- from a Panel of OECD Countries. OECD Economic Department, Working paper No. 649, OECD Publishing.
- Gillitzer, C. y Simon, J.(2015). Inflation Targeting: A Victim of Its Own Success. *International Journal of Central Banking*, Vol. 11, No.S1. 2015.
- Godfrey, M.(1986). *Global Unemployment: The New Challenge to Economic Theory*.Sussex: Harvester Press.
- Gordon, R. (1982). Inflation, Flexible Exchange Rates, and the Natural Rate of Unemployment in *Workers, Jobs, and Inflation*, ed. by M. Baily, The Brookings Institution, 89–158.
- Gordon, R. J.(1994). Inflation and Unemployment: Where is the NAIRU?. Presentado a la Junta de Gobernantes de la Reserva Federal, December 1, 1994.
- Gordon, R. J.(1997). The Time-Varying NAIRU and Its Implications for Monetary Policy. *Journal of Economic Perspectives* 11 (Winter): 11-32.
- Gordon, R.J. (1998). Foundations of the Goldilocks Economy: Supply Shocks and the Time-Varying NAIRU. *Brookings Paper of Economic Activity*, 1998:2, 297– 346.
- Gordon, R.J.(2011).The History of the Phillips Curve: Consensus and Bifurcation. *Economica*, 78, 10 50.
- Greenslade, J.V., Pierse, R.G y Saleheen, J. (2003). A Kalman filter approach to estimating the UK NAIRU. Bank of England Working Paper No. 179.
- Hirose, Y. y Kamada, K.(2002). The time varying Nairu and Potencial Output in Japan. Research and Statistic Department, Bank of Japan. Working paper 02-08, 2002.
- Hodrick, R.J. y Prescott, E.C. (1980). Post-war U.S. business cycles: an empirical investigation. Carnegie-Mellon University discussion paper, No 451.
- Holden, S. y NYMOEN, R. (1998). Measuring structural unemployment: is there a rough and ready answer?. OECD.
- Isaac, A.G.(1993). Is There A Natural Rate. *Journal of Post Keynesian Economics*. 15:4 (Summer 1993):453-469.
- Kalman, R.E.(1960). A new approach to linear filtering and prediction theory. *Journal of Basic Engineering*, Transactions ASME, 82(Series D): 35-45.
- King, R.J., Stock,J.H. y Watson, M.W. (1995). Temporary instability of the unemployment relationship. *Economic Perspectives of the Federal Reserve Bank of Chicago*, May/June, pp. 2-12.
- King, R. y Watson, M. (1994).The Post-War U.S. Phillips Curve: A Revisionist Econometric

- History. Carneige-Rochester Conference Series on Public Policy Vol. 41, pp. 157-219.
- Krugman, P.(1994). Past and Prospective causes of High Unemployment. Economic Policy Symposium, Jackson Hole.
- Laubach, T.(1998). Measuring the NAIRU: Evidence from Seven Economies. Economic Research Department Paper, Kansas: Federal Reserve Bank of Kansas City, February 1998.
- Layard,R., Nickell,S. y Jackman,R. (1991). Unemployment: Macroeconomic Performance and the Labour Market. Oxford: Oxford University Press.
- Layard, R., Nickell, S. y Jackman, R.(1994). The Unemployment Crisis. Oxford: Oxford University Press.
- Leeson, R.(1997). The Political Economy of the Inflation-Unemployment Trade-Off. History of Political Economy, 29:1 (Spring 1997):117-149.
- Leeson, R.(1997). Phillips, Inflationary Expectations, and the Unemployment Reducing, Inflationary Trade-Off: Reply to Chapple. New Zealand Economic Papers, 31 :1 (1997):4963
- Leeson, R. "Does the Expectations Trap Render the Natural Rate Model Invalid in the Disinflationary Zone?Cambn" dge Journal if Economics, 21 (1997).
- L'Horty, Y. y Rault,H. (1999). Les causes du chômage en France: une ré-estimation du modèle WS-PS. Conseil Supérieur de l'emploi, des revenus et des coûts, Document de Travail, No. 99-01.
- Lucas, R.E. Jr. (1973). Some International Evidence on Output-Inflation Trade-offs . American Economic Review, June, 63, pp. 326 –34.
- Lucas, R.E.Jr.(1972). Econometric Testing of the Natural Rate Hypothesis. in The Econometrics of Price Determination. Otto Eckstein, ed.Washington, D.C.: Board of Governors of the Federal Reserve System, pp. 50 –59.
- Mc Morrow, K. y Roeger, W.(2000). Time-Varying Nairu/Nawru estimates for the EU's Member States. European Comission.
- Mishkin, F.S.(2012). Central Banking After the Crisis. National Bureau of Economic Research.
- Modigliani, F., y Papademos,L. 1975. Targets for Monetary Policy in the Coming Year. Brookings Papers on Economic Activity 1:141-63.
- Motley, B. Has There Been a Change in the Natural Rate of Unemployment?. Banco de la

- Reserva Federal de San Francisco. Economic Review, winter 1990, pp. 3-16.
- Muth, J.(1961). Rational Expectations and the Theory of Price Movements. *Econometrica* 29(3): 315-35.
- Nemec, D. Vasicek, O.(2008). Estimating Nairu in Small Open Economies: Models with Adaptive and Rational Expectations. Faculty of Economic and Administrative Sciences, Masaryk University, Republica Checa.
- Nickell, S.(1997). Unemployment and Labor Market Rigidities: Europe versus North America. *Journal of Economic Perspectives*, Volume 11, Number 3.
- Perry, G.(1970). "Changing Labor Markets and Inflation". *Brookings Papers on Economic Activity*, vol.3.
- Phelps, E.S. (1967). Phillips Curves, Expectations of Inflation, and Optimal Unemployment over Time. *Economica*. 2:3.
- Phelps, E.S. (1968). Money-Wage Dynamics and Labor Market Equilibrium. *Journal of Political Economy*. July/August, Part 2, 76, pp. 678-711.
- Phelps, E.S.(1994). *Structural Slumps: The Modern Equilibrium Theory of Unemployment, Interest, and Assets*. Cambridge: Harvard University Press, 1994.
- Phillips, A. W.(1958). The Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica*, November 1958, 25, 283-99.
- Platinikov, D.(2014). *Hysteresis in Unemployment and Jobless Recoveries*, FMI.
- Richardson, P., Boone, L., Giorno, C., Meacci, M., Rae, D. y Turner, D. (2000). The Concept, Policy and Measurement of Structural Unemployment: Estimating a Time Varying NAIRU across 21 OECD Countries. *OECD Working Paper*, 2000, no. 250.
- Rodenburg, P. (2006). *The Construction of Instruments for Measuring Unemployment*. Tinbergen Institute PhD thesis no. 383, Amsterdam.
- Rodenburg, P. (2007). *Derived Measurement in Macroeconomics: Two Approaches for Measuring the NAIRU considered*. Tinbergen Institute Discussion Paper.
- Rogerson, R.(1997). Theory Ahead of Language in the Economics of Unemployment. *Journal of Economic Perspectives*. 11:1 (1997) Winter.
- Rowthorn, R. (1999). Unemployment, wage bargaining and capital-labor substitution. *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 23, pp. 413-425.

- Samuelson, P. and Solow, R. (1960). Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy. *American Economic Review Papers and Proceedings* 50(2): 177-94
- Sargent, T., y Wallace N. (1975). Rational Expectations, the Optimal Monetary Instrument, and the Optimal Money Supply Rule. *Journal of Political Economy* 83(2): 241-54
- Solera, R.A. (2003). El Filtro de Kalman. Banco Central de Costa Rica.
- Schultze, C. L. (1975) Falling Profits, Rising Profit Margins, and the Full Employment Profit Rate. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1975, 6:2, 449–69.
- Staiger, D., Stock, J.H y Watson, M.W. (1997). How Precise are Estimates of the Natural Rate of Unemployment? in *Reducing Inflation: Motivation and Strategy*. University of Chicago Press, pp. 195 –246.
- Šrámková, L. (2010). Output Gap and Nairu Estimates within State-Space Framework: An Application to Slovakia. Financial Policy Institute, Ministerio de Finanzas de la República de Slovaquia, *Análisis Económico* 16.
- Stiglitz, J. (1997). Reflections on the Natural Rate Hypothesis. *Journal of Economic Perspectives*. Winter, 11:1, pp. 3 –10.
- Sawyer, M. (1997). The NAIRU: A Critical Appraisal. *Levy Institute Working Paper*. 203.
- Szabó, L.T. (2015). Estimates of the non-accelerating Inflation Rate of Unemployment (NAIRU) for Hungary. Banco Central Húngaro, Working paper 5, 2015.
- Szeto, K.L. y Guy, M. (2004). Estimating a New Zealand NAIRU. *New Zealand Treasury, working paper* 4/10
- Tobin, J. (1980). Stabilization Policy Ten Years After. *Brooklyn Papers on Economic Activity*, Volume 1, 1980.
- Watson, M.W. (1986). Univariate detrending methods with stochastic trends. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 18, No. 1, pp. 49-75.
- Yellen, J. (2013). Panel Discussion on Monetary Policy: Many Targets, Many Instruments. Where Do We Stand? Remarks at “Rethinking Macro Policy II” IMF Conference.

8. Anexo

8.1. Derivación filtro de Kalman

Se asume que se pretende conocer el valor de la variable x_{k+1} a partir de un proceso que adopta la siguiente forma:

$$1) x_{k+1} = Qx_k + w_k$$

Donde x_k es un vector del proceso en el momento k ; con $(nx1)$. Q es el vector de transición de la matriz, desde k a el estado $k+1$, y se asume estacionaria en el tiempo; w_k constituye el termino de error del proceso, posee una varianza conocida y adopta la forma de $(nx1)$. El valor del vector x_k no es conocido, por lo cual se emplea la variable z_k que actúa como proxy de x_k .

$$2) z_k = Hx_k + v_k$$

En donde Z_k adopta la forma de $(mx1)$ y H es el vector de conexión entre la variable inobservable x_k y la variable z_k ; H es el vector de conexión entre el vector estado x_k y z_k ; tiene la forma (mxn) ; v_k es el término de error con covarianza conocida y sin correlación con el termino de error w_k .

Para lograr la minimización de la varianza, con el objetivo de obtener el filtrado optimo, es necesario modelar los errores del sistema utilizando distribuciones de Gauss . Las covarianzas de los dos términos de error se asumen estacionarias a través del tiempo y están dadas por:

$$3) Q = E[w_k w_k^T]$$

$$4) R = E[v_k v_k^T]$$

La varianza del término de error está dada por 6. A su vez es equivalente a:

$$5) E[e_k e_k^t] = P_k$$

Donde P_k es la matriz de covarianzas de términos de error al momento k ; con (nxn) . La ecuación 5 se expande para obtener:

$$6) P_k = E[e_k e_k^t] = E[(x_k - x^k)(x_k - x^k)^T]$$

Asumiendo que el estimador a priori de x_k es x^k . Es posible reescribir la ecuación para el nuevo estimador combinando la información contenida en las ecuaciones 1 y 2. Se obtiene:

$$7) x^k = x'^k + K_k(z_k - Hx'^k)$$

Donde K_k se denomina la ganancia de Kalman. El termino $z_k - Hx'^k$ es conocido como residuo o innovación.

$$8) i_k = z_k - Hx^k$$

Sustituyendo 2 en 7:

$$9) x^k = x'^k + K_k(Hx_k + v_k - Hx'^k)$$

Sustituyendo 9 en 6

$$10) P_k = E[((I - K_k H)(x_k - x'^k) - K_k v_k)[(I - K_k H)(x_k - x'^k) - K_k v_k]^T]$$

La diferencia $x_k - x'^k$ constituye el error del estimador a priori. El mismo no está correlacionado con el termino de error v_k y por lo tanto puede reescribirse la ecuación 10 de la siguiente forma:

$$11) P_k = (I - K_k H)E[(x_k - x'^k)(x_k - x'^k)^T](I - K_k H) + K_k E[v_k v_k^T] K_k^T$$

Sustituyendo la ecuación 4 y la 6 en la ecuación 10 tenemos:

$$12) P_k = (I - K_k H)P'^k(I - K_k H)^T + K_k R K_k^T$$

Donde P'^k es el estimador a priori de P_k . La diagonal de la covarianza contienen las varianzas de los término de error:

$$P_{kk} = \begin{bmatrix} E[e_{k-1} e_{k-1}^T] & E[e_k e_{k-1}^T] & E[e_{k+1} e_{k-1}^T] \\ E[e_{k-1} e_k^T] & E[e_k e_k^T] & E[e_{k+1} e_k^T] \\ E[e_{k-1} e_{k+1}^T] & E[e_k e_{k+1}^T] & E[e_{k+1} e_{k+1}^T] \end{bmatrix}$$

La suma de los elementos diagonales de la matriz se denomina el rastro de la matriz. En este caso la diagonal está formado por la varianza de los términos de error. Por lo tanto puede ser minimizada a partir de minimizar P_k , que en este caso minimiza conjuntamente el rastro de la matriz P_{kk} . Al vector P_k se le aplica la primera diferencia con respecto K_k y se igual a 0

$$14) P_k = P'^k - K_k H P'^k - P'^k H^T K_k^T + K_k (H P'^k H^T + R) K_k^T$$

El vector rastro de la matriz es igual a su transpuesto por lo cual puede ser reescrito como:

$$15) T[P_k] = T[P'^k] - 2T[K_k H P'^k] + T[K_k (H P'^k H^T + R) K_k^T]$$

Diferenciando con respecto K_k se obtiene

$$16) dT[P_k]/dK_k = -2(H P'^k)^T + 2K_k (H P'^k H^T + R)$$

Igualando a 0 y resolviendo:

$$17) (H P'^k)^T = K_k (H P'^k H^T + R)$$

Resolviendo por K_k :

$$18) K_k = P'^k H^T (H P'^k H^T + R)^{-1}$$

La ecuación 18 representa la ganancia de Kalman. El residuo o innovación en 8 tiene asociada una covarianza de errores de predicción, definida como:

$$19) S_k = H P'^k H^T + R$$

Finalmente sustituyendo la ecuación 18 en la ecuación 14, obtenemos:

$$P_k = P'^k - P'^k H^T (H P'^k H^T + R)^{-1} H P'^k$$

$$P_k = P'^k - K_k H P'^k$$

$$P_k = (I - K_k H) P'^k$$

La ecuación 20 es la ecuación actualizada de la matriz de covarianza de los términos de errores, incluyendo una ganancia de Kalman óptima.

$$21) x'^{k+1} = Q x^k$$

Para completar el método recursivo es necesario disponer de una ecuación que proyecte la matriz de errores de covarianza al momento $k+1$. Para lo cual debemos, en primera instancia, reformular la ecuación de error para el estimador a priori

$$22) e'^{k+1} = x^{k+1} x'^{k+1}$$

$$e'^{k+1} = (Q x_k + w_k) - Q x^k$$

$$e'^k + 1 = Q e_k + w_k$$

Extendiendo la ecuación 6 al tiempo $k+1$:

$$23) P^{k+1} = E[e^{k+1}e_{k+1}^T] = E[(Qe_k + w_k)(Qe_k + w_k)^T]$$

Los términos de error e_k y w_k no tienen correlación cruzada, ya que el término w_k en realidad acumula desde k and $k + 1$ mientras que el error e_k es hasta el periodo k . Por lo tanto:

$$P^{k+1} = E[e^{k+1}e_{k+1}^T]$$

$$P^{k+1} = E[Qe_k(Qe_k)^T] + E[w_k w_k^T]$$

$$P^{k+1} = QP_k Q^T + G$$