

# Il modello Neo-Keynesiano, politica monetaria e dinamica dell'inflazione. Perché l'inflazione è persistente?\*

**Guido Ascari<sup>†</sup>**

*Università di Pavia*

October 28, 2009

## **Abstract**

Questa rassegna, dopo aver brevemente presentato il cuore del modello Neo-Keynesiano e i suoi risultati base, si concentra sulle implicazioni per quanto riguarda la dinamica dell'inflazione. Si mostra come l'iniziale difficoltà del modello base, e delle sue successive modificazioni, di replicare la persistenza della serie storica dell'inflazione, sia superata una volta che si generalizza il modello per tener conto di una componente a bassa frequenza dell'inflazione, che chiamiamo inflazione di trend. L'inflazione è un processo persistente, ma molta di questa persistenza è dovuta a variazioni dell'inflazione di trend.

## **Abstract**

In this survey we first briefly present the basic structure and results of the New Keynesian model. We then particularly focus on the implications for inflation dynamics. We will show how considering models with time-varying trend inflation overcomes the initial difficulties of the New Keynesian Phillips Curve to match the empirical persistence of the time series for inflation. Inflation is highly persistent, but much of that persistence is due to shifts in trend inflation.

*JEL classification:* E31, E52.

*Keywords:* Sticky Prices, Inflation

---

\*Si ringrazia particolarmente Efrem Castelnuovo, Anna Florio e Lorenza Rossi per una lettura attenta di una prima versione di questa rassegna e per i preziosi suggerimenti.

<sup>†</sup>Guido Ascari, Dipartimento di Economia Politica e Metodi Quantitativi, Università di Pavia, Via San Felice 5, 27100 Pavia, Tel: + 390382986211, Fax: +390382304226, Email: gascari@eco.unipv.it.

# 1 Introduzione

*“Macroeconomics is moving toward a **New Neoclassical Synthesis**” (Goodfriend and King (1998), p. 231). “Building on new classical macroeconomics and RBC analysis, it incorporates intertemporal optimization and rational expectations [...]. Building on New Keynesian economics, it incorporates imperfect competition and costly price adjustment [...]” (Goodfriend and King (1998), p. 255). Dopo dieci anni, questo cammino è sicuramente completato. Quella parte della macroeconomia che si occupa degli effetti di politiche monetarie e fiscali si basa oggi in gran parte sulla letteratura che Goodfriend e King (1998) definivano la Nuova Sintesi Neoclassica,<sup>1</sup> ossia sui modelli Neo-Keynesiani (da qui in poi indicati con la sigla NK) dinamici e stocastici di equilibrio generale (DSGE = dynamic stochastic general equilibrium). Modelli di questo tipo sono ormai largamente utilizzati anche nelle banche centrali, e, a buon ragione, si può dire che abbiano determinato una solida e speriamo duratura collaborazione fra i suoi centri di ricerca e l'accademia.*

I modelli NK sono stati infatti applicati ad una lunga serie di argomenti rilevanti di politica monetaria, quali: il meccanismo di trasmissione degli impulsi monetari, le regole di politica monetaria, la dinamica dell'inflazione, e la politica monetaria ottimale. Non è questo il luogo in cui riassumere una letteratura ormai enorme. I recenti libri di Galí (2008) e Woodford (2003) propongono un'esauriente rassegna dei modelli base con un'abbondanza di eleganti risultati analitici. Esistono poi versioni di modelli NK di dimensione più elevata, i cosiddetti modelli a media scala, con capitale endogeno e tutta una serie di imperfezioni e frizioni sui vari mercati.<sup>2</sup> Questi modelli si prefiggono di replicare in modo realistico gli effetti degli shock lungo il ciclo economico e sono utilizzati sia per questioni teoriche o normative (Schmitt-Grohè e Uribe, 2005, 2007) sia portati direttamente sui dati e stimati (Christiano et al., 2005), per lo più, oggi, con tecniche bayesiane (Smets and Wouters, 2003, 2007, Justiniano e Primiceri, 2008).

In questa rassegna presenteremo molto brevemente prima il cuore del modello NK e i risultati base (Sezione 2), mentre poi ci concentreremo soprattutto sulle implicazioni per quanto riguarda la dinamica dell'inflazione e i problemi empirici del modello base

---

<sup>1</sup>Almeno finché non ci sarà un'altra Nuova-Nuova Sintesi Neoclassica, quindi una Nuova-Nuovissima e così via.

<sup>2</sup>I modelli a media scala assumono la presenza di molteplici distorsioni nello stesso modello: costi d'aggiustamento nell'investimento, prezzi e salari vischiosi, backward-looking indicizzazione, vincolo di liquidità sulle imprese, etc.. A causa del gran numero di variabili e quindi della dimensione della dinamica dei modelli a media scala non si possono ottenere soluzioni analitiche, ma i modelli vanno necessariamente calibrati e simulati.

(Sezione 3). Vedremo quindi come l'iniziale difficoltà del modello base e delle sue successive modificazioni di replicare la persistenza della serie storica dell'inflazione, sia superata una volta che si generalizza il modello tenendo conto di una componente a bassa frequenza dell'inflazione, che chiameremo inflazione di trend. Questo ci consentirà di dare una risposta precisa alla domanda: perchè l'inflazione è persistente?

## 2 Il modello base Neo-Keynesiano e la politica monetaria

Il modello base NK ha una struttura molto semplice: agente rappresentativo a vita infinita ed un'infinità di imprese con una funzione di produzione che dipende dal solo fattore lavoro. L'unica distinzione rispetto al modello neoclassico di ciclo reale (e.g., Long and Plosser, 1983) è l'ipotesi di rigidità nominali nei prezzi. Nella maggior parte dei casi, questa ipotesi prende la forma del modello di Calvo (1983),<sup>3</sup> dove si assume che le imprese possano cambiare il prezzo solo se ricevono un segnale, il che accade con una certa probabilità, i.e.,  $\alpha$ . Ne consegue che con probabilità  $(1 - \alpha)$  le imprese non possono cambiare il proprio prezzo. Per semplicità, si assume, in modo piuttosto irrealistico, che la probabilità sia indipendente dal tempo passato dall'ultima revisione del prezzo da parte dell'impresa. Essendoci un'infinità di imprese, in ogni periodo, quindi, solo una frazione  $\alpha$  di imprese fissa un nuovo prezzo.

L'ipotesi di rigidità nominale comporta l'assunzione che le imprese seguano una regola di fissazione del prezzo, che in un modello microfondato non può che derivare dalla ricerca della massimizzazione del profitto da parte delle imprese. Necessariamente le imprese, quindi, in questi modelli, debbono essere in grado "di fissare il prezzo", e si deve abbandonare l'ipotesi di concorrenza perfetta. Infatti, i modelli NK, sulla base del contributo fondamentale di Blanchard e Kiyotaki (1987), assumono una struttura di concorrenza monopolistica sul mercato dei beni, dove le imprese producono beni differenziati fra loro ed hanno quindi potere di mercato. Il problema dell'impresa è pertanto quello di massimizzare il valore attuale scontato del flusso di profitti (vedi equazione (1) sotto), data la tecnologia a disposizione e la curva di domanda, la quale si ottiene dalla massimizzazione dell'utilità degli agenti, a sua volta definita, per quanto riguarda il consumo, come una funzione CES (*constant elasticity of substitution*) sugli

---

<sup>3</sup>In questa rassegna ci concentreremo unicamente sul modello di Calvo (1983). Altri modelli di rigidità nominali molto utilizzati in letteratura sono il modello dei costi quadratici di aggiustamento nei prezzi di Rotemberg (1982) e il modello di sfasamento a durata fissa di Taylor (1980). (Rotemberg 1982) Per una rassegna su i modelli di rigidità nominali si veda Taylor (1998). (Taylor 1998) Il lettore interessato alla differenza fra i vari modelli in un modello NK base con inflazione di trend può vedere Ascari (2004) per un confronto fra Calvo e Taylor, e Ascari e Rossi (2009) per un confronto fra Calvo e Rotemberg .

infiniti beni di consumo differenziati, cioè:

$$\max_{p_t^*(i)} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \alpha^j \Delta_{t,t+j} \left[ \frac{p_t^*(i)}{P_{t+j}} Y_{t+j}(i) - TC_{t+j}^r(Y_{t+j}(i)) \right] \quad (1)$$

$$s.t. \quad Y_{t+j}(i) = \left[ \frac{p_t^*(i)}{P_{t+j}} \right]^{-\theta} Y_{t+j} \quad (2)$$

dove  $(i)$  indica l'impresa  $i$ -esima,  $p_t^*(i)$  è il nuovo prezzo fissato dall'impresa  $i$ ,  $Y$  è l'output,  $TC_{t+j}^r(Y_{t+j}(i))$  la funzione di costo totale reale,  $\Delta_{t,t+j}$  il fattore di sconto stocastico,  $\alpha$  la probabilità di cambiare il prezzo nello schema di Calvo,  $\theta$  l'elasticità di sostituzione tra i beni di consumo nella CES. La soluzione del problema è data dalla seguente condizione del primo ordine

$$p_t^*(i) = \frac{\theta}{\theta - 1} \frac{E_t \sum_{j=0}^{\infty} \alpha^j \Delta_{t,t+j} \left[ P_{t+j}^{\theta} Y_{t+j} MC_{t+j}^r \right]}{E_t \sum_{j=0}^{\infty} \alpha^j \Delta_{t,t+j} \left[ P_{t+j}^{\theta-1} Y_{t+j} \right]}, \quad (3)$$

dove  $MC_t^r$  sono i costi marginali reali.<sup>4</sup>

Nonostante le rigorose microfondazioni e i problemi di massimizzazione intertemporale, il modello nella sua versione log-linearizzata viene, quasi magicamente, a coincidere con due equazioni molto semplici:

$$\hat{Y}_t = E_t \hat{Y}_{t+1} - \sigma_c^{-1} [\hat{v}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1}] \quad (4)$$

$$\hat{\pi}_t = \beta E_t \hat{\pi}_{t+1} + \kappa \hat{Y}_t, \quad (5)$$

dove  $i$  è il tasso d'interesse nominale e  $\pi$  l'inflazione. Le variabili hanno "il cappuccio" per indicare che sono espresse come variabili in deviazioni logaritmiche, ossia deviazioni percentuali dal valore di stato stazionario (o dal proprio trend se il modello incorpora crescita) e  $\hat{v}_t \equiv \log \left( \frac{1+i_t}{1+\bar{i}} \right)$ .  $E_t$  indica l'aspettativa razionale dato l'insieme informativo al tempo  $t$ ,  $\sigma_c$  indica l'elasticità di sostituzione intertemporale nel consumo e  $\beta$  il tasso di sconto soggettivo nella funzione d'utilità, mentre  $\kappa = \frac{(1-\alpha)(1-\alpha\beta)}{\alpha} (\sigma_c + \sigma_n)$ , e  $\sigma_n$  indica l'elasticità di sostituzione intertemporale nell'offerta di lavoro.

La semplicità di questo modello è la chiave del suo successo. Da un punto di vista della teoria economica, le due equazioni sono molto intuitive e suggestive. Intuitive perché nella prima equazione si riconosce una condizione di Eulero standard per il consumo

---

<sup>4</sup>Ipotizziamo qui una semplice funzione di produzione con rendimenti costanti di scala. Ne deriva che i costi marginali sono uguali per tutte le imprese, dato che non dipendono dalla quantità prodotta e  $MC_t^r \equiv \frac{\partial TC_t^r(i)}{\partial Y_t(i)} = \frac{W_t}{P_t}$  = salario reale. La versione base del modello è ormai così diffusa che non necessita qui una formulazione dettagliata. Il lettore interessato la può trovare in vari libri di testo *graduate*, fra cui i già citati Woodford (2003) e Galí (2008).

di un'agente rappresentativo in un modello senza capitale dove il consumo è uguale all'output, mentre la seconda esprime la dinamica dell'inflazione. Suggestive perché, nonostante le microfondazioni e le pagine di algebra sottostanti, il modello ricorda un semplice AS-AD da libro di testo (facilmente trasformabile in un IS-LM-AS includendo la domanda di moneta, si veda Nelson and McCallum, 1999). La prima equazione ricorda una equazione IS, dove la domanda è una funzione decrescente del tasso d'interesse reale. Galí (2008) la definisce *dynamic IS equation* (DIS) La seconda equazione può essere interpretata come una Curva di Phillips, in quanto esprime il legame fra inflazione ed output. Infatti, l'equazione (5) è conosciuta in letteratura come New Keynesian Phillips Curve (NKPC). Si ottiene così un modello AS-AD in versione moderna, ossia esplicitamente dinamico e con parametri funzione a loro volta dei parametri strutturali (*deep parameters*) dell'utilità e della tecnologia.

Da un punto di vista formale, la semplicità del modello è quasi disarmante. Si compone di due equazioni dinamiche del prim'ordine entrambe *forward-looking*. Infatti le due equazioni posso essere risolte in avanti (assumendo che nel lungo periodo le variabili tornino al loro valore di stato stazionario), esplicitando la natura forward-looking delle due variabili chiave ( $\hat{Y}, \hat{\pi}$ ) del modello:

$$\hat{Y}_t = -\sigma_c^{-1} \sum_{k=0}^{\infty} E_t [\hat{i}_{t+k} - \hat{\pi}_{t+k+1}] = -\sigma_c^{-1} \sum_{k=0}^{\infty} E_t [\hat{r}_{t+k}] \quad (6)$$

$$\hat{\pi}_t = \kappa \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k E_t \hat{Y}_{t+k}. \quad (7)$$

Il modello quindi implica che sia l'output sia l'inflazione siano due variabili forward-looking: (i) l'output dipende dalla somma degli scostamenti del tasso d'interesse reale futuro dallo stato stazionario; (ii) l'inflazione dipende dal valore atteso scontato della somma delle deviazioni dell'output dallo stato stazionario. Il modello, quindi, non ha dinamica in sè, in quanto le due variabili saltano per aggiustarsi immediatamente all'equilibrio, qualora il modello fosse colpito da shock.

La semplicità formale di questo framework ha consentito una grande quantità di interessanti risultati analitici (raccolti in Woodford, 2003), determinando, in parte, il suo enorme successo, ed ha costituito la base poi per successive integrazioni e complicazioni dell'analisi fino ai modelli a media scala.

## 2.1 La politica monetaria

Come detto, questa breve rassegna si concentrerà sull'analisi delle implicazioni, teoriche ed empiriche, della NKPC per la dinamica dell'inflazione. Ritengo utile, comunque,

riassumere ora brevemente alcune implicazioni fondamentali di questo modello per la politica monetaria.

Innanzitutto, il modello costituito da (4) e (5) presenta due equazioni e tre incognite e quindi va chiuso con un'equazione che definisca il comportamento del tasso d'interesse nominale,  $i$ , ossia definendo un'ipotesi di comportamento per la politica monetaria. Si noti, inoltre, che il modello ha una struttura recursiva: la NKPC definisce un sentiero per l'inflazione, dato un sentiero per la deviazione dell'output dal suo trend, che a sua volta è definita dalla DIS dato un sentiero per il tasso d'interesse reale.

### 2.1.1 Politica monetaria e regole

La prima possibilità è quella di descrivere il comportamento della politica monetaria tramite la quantità di moneta, per la quale si può o specificare un processo esogeno oppure una regola monetaria.<sup>5</sup> Ma il modo più comune in letteratura di chiudere il modello è quello di assumere una regola monetaria per il tasso d'interesse, ossia una regola di Taylor (Taylor, 1993), del tipo:

$$\hat{i}_t = \phi_\pi \hat{\pi}_t + \phi_Y \hat{Y}_t, \quad (8)$$

che assume che la politica monetaria abbia un obiettivo sia in termini d'inflazione sia in termini di output. Modelli di questo tipo vengono detti *cashless*, poiché non comprendono un'analisi dell'andamento della quantità di moneta, ma assumono che questa endogenamente si aggiusti al sentiero previsto dalla regola di Taylor, la quale a sua volta ben descriverebbe, il comportamento della banca centrale. La letteratura si è quindi concentrata su varie problematiche: la trasmissione della politica monetaria in questo schema (e.g., Galí, 2003), gli effetti di diverse forme di regola di Taylor (backward o forward looking), inflation targeting vs. price level targeting, la determinatezza dell'equilibrio sotto varie ipotesi circa la forma della regola di Taylor. In particolare, a quest'ultimo riguardo, si può dimostrare che l'equilibrio di aspettative razionali del modello NK è determinato se e solo se:<sup>6</sup>

$$\kappa(\phi_\pi - 1) + \phi_Y(1 - \beta) > 0, \quad (9)$$

Questa condizione generalizza il cosiddetto *principio di Taylor* (1993), , i.e.,  $\phi_\pi > 1$ , all'interno del modello NK. Il principio di Taylor (1993) prevede che per stabilizzare

---

<sup>5</sup>In questo caso, ovviamente, bisognerà aggiungere al modello un'equazione di domanda di moneta (tipo LM) che leghi la quantità di moneta al tasso d'interesse. Questo si può facilmente ottenere, per esempio, assumendo che i saldi reali di cassa entrino nella funzione d'utilità.

<sup>6</sup>Si veda Bullard e Mitra (2002) e Woodford (2003). Si veda inoltre Clarida et al. (1998, 2000) per un'applicazione empirica del principio di Taylor.

l'inflazione, la politica monetaria deve muovere il tasso d'interesse nominale più che proporzionalmente rispetto a variazioni dell'inflazione, in modo da influenzare il tasso d'interesse reale. La condizione (9) può infatti essere riscritta come:

$$\left. \frac{\partial \hat{i}}{\partial \hat{\pi}} \right|_{LR} = \phi_{\pi} + \phi_Y \frac{1 - \beta}{\kappa} = \phi_{\pi} + \phi_Y \left. \frac{\partial \hat{Y}}{\partial \hat{\pi}} \right|_{LR} > 1, \quad (10)$$

La condizione (10) assicura quindi che il tasso d'interesse nominale cresca più che proporzionalmente rispetto ad una variazione permanente del tasso d'inflazione.<sup>7</sup>

### 2.1.2 Politica monetaria ottimale

Un'altra possibilità per chiudere il modello è determinare la politica monetaria ottimale, ossia il sentiero ottimale dello strumento di politica monetaria,  $\hat{i}$ . Il problema da risolvere è quindi un problema alla Ramsey, dove si massimizza una misura di benessere, stante i vincoli del comportamento del sistema economico, descritto dalle due equazioni del modello AS-AD NK, (4) e (5). Dato che il modello è lineare (nelle deviazioni dalla stato stazionario), una funzione di benessere da massimizzare quadratica sarebbe molto comoda da un punto di vista analitico, in quanto genererebbe un problema di controllo ottimo in forma lineare-quadratica. Un risultato importante (si veda Rotemberg e Woodford, 1999 e Woodford, 2003) dimostra che, sotto opportune condizioni, si può definire la seguente approssimazione al secondo ordine della funzione d'utilità dell'agente rappresentativo:

$$W = \frac{1}{2} E_t \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k \left[ \frac{\kappa}{\theta} \hat{x}_{t+k}^2 + \hat{\pi}_{t+k}^2 \right] \quad (11)$$

dove  $\hat{x}_t$  è l'output gap rilevante in termini di benessere (*welfare-relevant output gap*), ossia la deviazione del livello di output dal suo livello efficiente:  $\hat{x}_t = Y_t - Y_t^e$ . Il parametro che esprime il peso relativo dell'inflazione e dell'output nella funzione di perdita è una funzione dei parametri strutturali dell'utilità e della tecnologia, descritti sopra.

Per arrivare a questa formulazione in genere si fanno due assunzioni piuttosto eroiche. Primo, si deve assumere l'esistenza di un sussidio sul costo del lavoro, pagato tramite un trasferimento a somma fissa e che annulli la distorsione monopolistica in stato stazionario. Essendo il mercato dei beni non competitivo, le imprese producono meno

---

<sup>7</sup>La condizione (10) “represents the long-run increase in the nominal interest rate prescribed [...] for each unit permanent increase in the inflation rate” (Woodford, 2003, p. 254). Quindi “The Taylor principle continues to be a crucial condition for determinacy, once understood to refer to *cumulative* responses to a *permanent* inflation increase” (Woodford, 2003, p. 256). Si veda la discussione nella nota 27 a p. 256 in Woodford (2003).

del livello efficiente. Il sussidio invece spingerebbe le imprese a produrre il livello efficiente di output nello stato stazionario. Il motivo di questa assunzione è più che altro tecnico. Infatti, se l'economia si trova nel suo livello efficiente in stato stazionario, grazie all'esistenza di questo sussidio, allora si approssimerà la funzione d'utilità al secondo ordine attorno al punto efficiente. Questo implica che i termini lineari scompaiono, dato che la derivata prima valutata nel punto efficiente è, per definizione, uguale a zero. Si può quindi ottenere una approssimazione che comporta solo termini quadratici come in (11).<sup>8</sup>

In secondo luogo, il modello è log-linearizzato attorno ad uno stato stazionario con inflazione pari a zero.<sup>9</sup> Questo perché altrimenti, come argomentremo in seguito, la struttura del modello sarebbe più complicata e la dinamica di ordine maggiore.<sup>10</sup>

Dovrebbe essere abbastanza evidente come entrambe queste assunzioni abbiano poco a che fare con aspetti di realtà o evidenza empirica, in quanto nè sussidi di questo tipo esistono, nè l'inflazione media è nulla nei dati empirici. D'altra parte, queste assunzioni consentono di derivare eleganti risultati analitici, senza dover ricorrere alla simulazione numerica.

L'ultimo passaggio consiste nel: (i) coerentemente con (11), ridefinire il modello in termini di *welfare-relevant output gap*,  $\hat{x}_t$ ; (ii) assumere l'esistenza di shock che forniscano un problema di trade-off interessante per la politica monetaria. Si dimostra facilmente che le due equazioni (4) e (5) si possono riscrivere come

$$\hat{x}_t = E_t \hat{x}_{t+1} - \sigma_c^{-1} [\hat{i}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1} - r_t^e] \quad (12)$$

$$\hat{\pi}_t = \beta E_t \hat{\pi}_{t+1} + \kappa \hat{x}_t + u_t \quad (13)$$

dove: (i)  $r_t^e = \sigma_c E_t \Delta Y_{t+1}^e$  è il livello efficiente del tasso d'interesse nominale ; (ii)  $u_t = \kappa(Y_t^e - Y_t^n)$  e  $Y_t^n$  è il livello di output naturale, ossia l'equilibrio dell'economia senza prezzi vischiosi, ma con prezzi flessibili.  $u_t$  è interpretabile come uno shock d'offerta che

---

<sup>8</sup>Si veda la discussione in Woodford (2003) e la generalizzazione in Benigno e Woodford (2005, 2006), che annullano la necessità di assumere il sussidio per ottenere un'approssimazione quadratica alla funzione di utilità, utilizzando un'approssimazione al secondo ordine delle equazioni del modello.

<sup>9</sup>Questa assunzione può anche essere sostituita dall'ipotesi di piena indicizzazione all'inflazione media di quei prezzi che non possono essere cambiati nel modello di Calvo. Più in generale si necessita uno stato stazionario con distribuzione degenera dei prezzi.

<sup>10</sup>Il motivo principale di questa assunzione è la semplicità analitica. D'altra parte, l'eleganza e la semplicità del modello sono sicuramente parte della sua attrattiva. Nel modello base NK senza moneta, però, il tasso d'inflazione ottimale di lungo periodo è zero. Vi sono quindi anche ragioni di tipo normativo che possono giustificare questa assunzione (si veda Woodford, 2003).

colpisce l'economia che fa fluttuare  $Y_t^n$ .<sup>11</sup> Se anche l'equilibrio efficiente fluttua allo stesso modo, allora la differenza  $Y_t^e - Y_t^n$  non dipende dagli shock, ma è una costante, e siamo in presenza di quello che Blanchard e Galí (2007) chiamano "coincidenza divina". In questo caso, infatti, non c'è trade-off fra stabilizzare l'output al suo livello efficiente e stabilizzare l'inflazione. Assumiamo che non ci sia "coincidenza divina", e che  $Y_t^e - Y_t^n$  sia influenzato dagli shock (esempio un shock all'elasticità di sostituzione fra i beni, o al mark-up). Ipotizzando che  $u_t$  segua un processo stocastico stazionario AR(1), allora la politica monetaria affronta un trade-off, in quanto è impossibile allo stesso tempo implementare inflazione zero e il livello efficiente di output. In altri termini, la politica ottimale dovrebbe tendere ad annullare la distorsione dei prezzi relativi, indotta dall'ipotesi di prezzi vischiosi alla Calvo, chiudendo il gap dell'inflazione, i.e.,  $\hat{\pi}_t = 0, \forall t$ . Nello stesso tempo dovrebbe indurre l'economia a produrre il livello efficiente di output, e quindi chiudere l'output gap rilevante per il benessere, i.e.,  $\hat{x}_t = 0, \forall t$ . In assenza di shock, invece, questo sarebbe possibile fissando la seguente politica per il tasso d'interesse nominale:  $\hat{i}_t = r_t^e, \forall t$ .<sup>12</sup> In presenza del cost-push shock,  $u_t$ , invece, chiudere simultaneamente i due gap non è possibile (mentre sarebbe possibile compensare esattamente shock di domanda, ossia shock alla DIS).

Il problema così definito è stato analizzato sia sotto l'ipotesi di discrezionalità, sia sotto l'ipotesi di commitment della politica monetaria (si veda Clarida et al., 1999). La letteratura ha poi generalizzato questo framework, inserendo varie altre forme di rigidità, come ad esempio salari vischiosi (si veda Erceg et al., 2000), fino ad arrivare ai modelli media scala. In questo caso, però il modello viene necessariamente simulato almeno al secondo ordine, e quindi si possono abbandonare entrambe le ipotesi di cui sopra, analizzando numericamente modelli con stati stazionari con "grandi" distorsioni dovute alle varie rigidità introdotte nel modello, e ragionando semplicemente con approssimazioni attorno allo stato stazionario inefficiente (e.g., Schmitt-Grohè e Uribe, 2004, 2005 e 2007).<sup>13</sup>

Due sono le distorsioni presenti nel modello NK standard e i cui effetti la politica monetaria ottimale cerca di minimizzare: 1) la distorsione monopolistica; 2) la presenza

---

<sup>11</sup>In assenza di shocks, questo coincide con lo stato stazionario e quindi con l'equilibrio efficiente, data l'ipotesi del sussidio. In generale, l'equilibrio naturale di prezzi flessibili fluttua qualora l'economia sia colpita da shocks.

<sup>12</sup>Sorprendentemente, però, questa politica ottimale porta ad indeterminatezza dell'equilibrio di aspettative razionali (si veda Galí, 2008, p. 75-76.)

<sup>13</sup>Un ulteriore possibile approccio è quello di King et al. (2003), che risolvono il problema alla Ramsey senza alcuna approssimazione, usando l'iniziale modello non-lineare, e poi approssimano al primo ordine le condizioni del primo ordine del problema di Ramsey.

di prezzi vischiosi. L'ipotesi di sfasamento nella fissazione dei prezzi genera a sua volta due tipi di inefficienze. Primo, il livello generale dei prezzi non si muove come in regime di prezzi flessibili, e quindi, in generale, il mark-up medio dell'economia non si muove come quello efficiente di prezzi flessibili. Secondo, sebbene tutti i beni siano prodotti con la stessa tecnologia e un mercato del lavoro comune, l'ipotesi di prezzi vischiosi alla Calvo implica che in un dato periodo alcune imprese possono aggiustare il prezzo ed altre no. Si determina quindi una distorsione dovuta alla dispersione dei prezzi nell'economia, e pertanto anche delle quantità consumate dei vari beni, mentre l'equilibrio efficiente richiederebbe prezzi identici e produzione identica fra i vari beni.

È interessante notare come le ipotesi, sopra descritte, necessarie al modello base NK per ottenere risultati analitici, annullano sostanzialmente queste distorsioni in stato stazionario. L'ipotesi del sussidio annulla la distorsione monopolistica, mentre l'ipotesi di inflazione zero annulla la distorsione dei prezzi. Questo perché, come detto, per avere una semplice e elegante struttura formale, si necessita approssimare il modello e la funzione d'utilità attorno al punto efficiente, ossia senza distorsioni. Appare quantomeno lecito chiedersi il senso di questa operazione: costruire un modello con distorsioni interessanti e poi studiarlo esattamente attorno al punto in cui queste distorsioni sono annullate, ossia sono "piccole", cioè, in termini più tecnici, sono così piccole da determinare solo effetti del secondo ordine.

Come suggerito da Galí (2008) insieme ad altri, questa letteratura ha fatto emergere due punti importanti: l'importanza delle aspettative e l'importanza dei livelli naturali di output e di tasso d'interesse.

Il primo punto formalizza in termini moderni l'idea monetarista dell'importanza di un canale delle aspettative nel meccanismo di trasmissione della politica monetaria. Il modello è completamente forward-looking, e quindi il comportamento delle due variabili chiave, output e inflazione, è completamente determinato dalle aspettative. La politica monetaria è tanto più efficace, quanto più riesce ad influenzare le aspettative, determinando sostanzialmente comportamenti auto-stabilizzantesi del sistema. La credibilità (o il commitment) della politica monetaria sono quindi di importanza fondamentale per la capacità della politica monetaria di influenzare le aspettative e quindi stabilizzare il sistema attorno al livello efficiente. Peraltro è chiaro come l'ipotesi di aspettative razionali faciliti, in questo contesto, il compito della politica monetaria determinando a volte anche risultati paradossali.<sup>14</sup> In letteratura sono infatti presenti molti lavori che

---

<sup>14</sup>Per esempio, regole di politica monetaria potenzialmente molto instabili (per dirla con Woodford, 2003, super-inerziali) tendono a rendere molto più difficile l'emergenza di equilibri multipli, proprio perché la forte esplosività del sistema indotta dalla politica monetaria se le aspettative sono "fuori

abbandonano l'ipotesi di piena informazione ed ipotizzano apprendimento (e.g., Bullard e Mitra, 2002).

Il secondo punto identifica il compito della politica monetaria: il meglio che questa può fare è cercare di avvicinare l'economia al suo livello naturale. Quest'ultimo, che prima era sempre e solo definito in termini più che altro empirici, ha ora una chiara interpretazione teorica: è il livello dell'output e del tasso d'interesse che coincide con l'equilibrio di prezzi flessibili. La banca centrale deve quindi identificare questi livelli in tempo reale e cercare di raggiungerli. Inoltre, la deviazione del tasso d'interesse reale corrente da quello naturale può essere considerato un indicatore della posizione (*stance*) della politica monetaria. Da qui una fioritura di lavori, in particolare modo presso le banche centrali, che cercano di estrapolare dai dati i livelli naturali dell'output e del tasso d'interesse, tramite metodi di stima di variabili latenti (e.g., Neiss and Nelson, 2003 ).

### 3 Il modello base Neo-Keynesiano e la dinamica dell'inflazione: il problema della persistenza dell'inflazione

Nel seguito di questa rassegna ci concentreremo sulle implicazioni del modello NK sulla dinamica dell'inflazione.

#### 3.1 Le critiche alla NKPC

##### 3.1.1 L'assenza di persistenza intrinseca

Nella formulazione standard della Phillips Curve aumentata delle aspettative alla Friedman-Phelps, l'inflazione corrente dipende da una misura dell'output gap<sup>15</sup> e dall'inflazione attesa

$$\pi_t = \pi_t^e + \kappa \hat{Y}_t. \quad (14)$$

A ben guardare questa equazione è molto simile alla (5). Le indagini empiriche però di questa relazione ipotizzavano tipicamente aspettative di tipo adattivo, determinando cioè una dinamica dell'inflazione stimata su un modello del tipo

$$\pi_t = \sum_{i=0}^{\infty} \beta_i \pi_{t-1} + \kappa \hat{Y}_t + \varepsilon_t, \quad (15)$$

---

linea", paradossalmente disciplina le aspettative stesse.

<sup>15</sup>Spesso la Curva di Phillips viene espressa in funzione di deviazioni del tasso di disoccupazione dal tasso naturale. Le due formulazioni sono chiaramente legate tramite una relazione tipo legge di Okun, ossia data una funzione di produzione aggregata.

dove  $\sum_{i=0}^{\infty} \beta_i = 1$ . Al contrario della (7), che mostra la soluzione *forward* della NKPC, la caratteristica principale della formulazione (15) è la dipendenza dell'inflazione corrente dai propri valori *passati*, ossia: la dinamica dell'inflazione è persistente. Il fatto che l'inflazione abbia un comportamento inerziale ha anche una implicazione teorica importante per quanto riguarda il costo di una disinflazione. Data un'equazione come la (15), diminuire permanentemente il tasso d'inflazione comporta necessariamente che l'output stia al di sotto del suo livello potenziale per un certo numero di periodi.

In un lavoro molto influente Fuhrer e Moore (1995) (FM in seguito) mostrarono che la dinamica dell'inflazione sembra essere molto persistente nei dati US. FM descrivono le caratteristiche dei dati, con particolare attenzione all'interrelazione fra output e inflazione, attraverso un semplice modello statistico, basato su un VAR non vincolato, comprendente l'output per capita, il tasso d'inflazione e il tasso d'interesse a breve come variabili endogene. Essi mostrano che la funzione di autocorrelazione dell'inflazione rimane positiva fino a 4 anni, dimostrando così come la dinamica dell'inflazione sia molto inerziale. Successivamente, FM si chiedono se un modello standard di salari vischiosi alla Taylor (1980), con aspettative razionali, sia in grado di replicare questa caratteristica. La risposta è negativa proprio perché un modello di questo tipo (come anche quello di Calvo, 1983) determina inerzia nei prezzi, ma non nell'inflazione, che è una variabile *forward-looking* che dipende dai valori attesi futuri dell'output gap, come visto nella (7).

Un altro modo di vedere lo stesso problema è il seguente. Data la (5), si supponga che l'output gap segua un processo  $AR(1)$  esogeno del tipo:  $\hat{Y}_t = \rho \hat{Y}_{t-1} + \varepsilon_t$ . Allora la soluzione per l'inflazione sarà data da  $\hat{\pi}_t = A \hat{Y}_t$ , dove  $A$  è incognita. Quindi  $E_t \hat{\pi}_{t+1} = E_t A \hat{Y}_{t+1} = A \rho \hat{Y}_t$ , e sostituendo nella (5) si ottiene  $A = \frac{\kappa}{1-\beta\rho}$ . Infine moltiplicando la soluzione per  $(1 - \rho L)$ , dove  $L$  è l'operatore ritardo, si ottiene che la soluzione finale per l'inflazione può essere espressa come:

$$\hat{\pi}_t = \rho \hat{\pi}_{t-1} + A \varepsilon_t. \quad (16)$$

Ne deriva che l'autocorrelazione dell'inflazione dipende solamente dall'autocorrelazione del processo esogeno per  $\hat{Y}_t$ , mentre non c'è nessun contributo addizionale endogeno della dinamica dell'inflazione. In altri termini, non c'è nessun meccanismo endogeno che genera persistenza nella dinamica dell'inflazione: nessuna persistenza intrinseca dell'inflazione.

È questa la critica principale alla formulazione moderna e microfondata NK della dinamica dell'inflazione, ossia l'incapacità della NKPC di determinare persistenza endogena nella dinamica dell'inflazione, mentre i dati mostrano che la serie storica dell'inflazione

ha una dinamica persistente (e.g., Nelson, 1998).

### 3.1.2 Ulteriori critiche alla NKPC

Prima di analizzare come la letteratura risponde a questo problema, accenniamo a tre ulteriori critiche rilevanti fra loro connesse, e a loro volta legate alla critica principale di cui sopra.

Primo, Estrella e Fuhrer (2002) mostrano un altro lato della medaglia per quanto riguarda le implicazioni controfattuali della NKPC. Infatti, date aspettative razionali, allora  $\hat{\pi}_{t+1} - E_t \hat{\pi}_{t+1} = \varepsilon_{t+1}$ , e quindi la NKPC implica:

$$\beta \hat{\pi}_{t+1} - \hat{\pi}_t = -\kappa \hat{Y}_t + \underbrace{\beta(\hat{\pi}_{t+1} - E_t \hat{\pi}_{t+1})}_{\varepsilon_{t+1}} \quad (17)$$

cioè, dato che  $\beta \approx 1$  per dati trimestrali:

$$\hat{\pi}_{t+1} - \hat{\pi}_t \approx -\kappa \hat{Y}_t + \varepsilon_{t+1}. \quad (18)$$

Quest'ultima relazione indica che *un aumento dell'output gap dovrebbe determinare una caduta del tasso d'inflazione*. In altri termini, un aumento dell'occupazione dovrebbe essere associato con una diminuzione dell'inflazione. Questa implicazione è fortemente contraddetta nei dati ed anche difficile da giustificare da un punto di vista teorico. Si noti che, assumendo aspettative statiche, i.e.,  $\pi_t^e = \pi_{t-1}$ , la Phillips Curve alla Friedman-Phelps (14) avrebbe esattamente l'implicazione opposta:

$$\pi_t - \pi_{t-1} = \kappa \hat{Y}_t, \quad (19)$$

la quale è invece supportata dai dati (e.g., Galí e Gertler, 1999).

Secondo, ancora da un punto di vista empirico, i primi tentativi di stimare la NKPC sui dati usando una qualche detrendizzazione del PIL non sono risultati soddisfacenti per due motivi principali. Innanzitutto, coerentemente con i risultati di FM, le stime puntavano verso un ruolo marginale della componente forward-looking nello spiegare la dinamica dell'inflazione, la quale era sostanzialmente determinata dall'inflazione ritardata (e.g., Fuhrer, 1997, Roberts, 1995, 1997). In secondo luogo, la stima del parametro che moltiplicava l'output gap, misurato mediante la deviazione del PIL da una misura di trend, era spesso non significativa o con segno negativo (si veda Rudd e Whelan, 2006). Quindi usando la forma strutturale della NKPC non si riusciva ad identificare il legame di breve periodo fra la dinamica dell'inflazione e quella dell'attività reale.

Infine, una critica teorica forte si rifaceva ai costi in termini di output di una disinflazione (e.g., Mankiw, 2001). Se l'inflazione è una variabile puramente forward-looking,

allora si deve aggiustare istantaneamente a shock monetari permanenti, come negli episodi di disinflazione. L'evidenza empirica invece sottolinea come storicamente i tentativi di diminuire permanentemente il tasso d'inflazione da parte della politica monetaria abbiano sempre portato ad una contrazione, anche severa, dell'attività reale. Mankiw (2001) in particolare argomenta con forza questo punto, tanto da sviluppare poi un modello alternativo di prezzi vischiosi, chiamato il modello ad informazione vischiosa, non soggetto a questa critica (si veda la Sezione 3.3.2).

### 3.2 Galí e Gertler (1999)

Come detto, FM mostrano che i normali modelli di prezzi vischiosi non sono in grado di spiegare la persistenza nel comportamento dell'inflazione ravvisata nei dati empirici. Essi quindi concludono proponendo un diverso modello di salari vischiosi basato su Buiter e Jewitt (1981)(Buiter and Jewitt 1981), che implica vischiosità nei salari reali (piuttosto che in quelli nominali) che invece è in grado di generare la persistenza dell'inflazione ravvisata nei dati. L'esempio dell'argomentazione di FM sarà da allora seguito nella letteratura: fino a sviluppi molto recenti, il modello standard Neo-Keynesiano è stato spesso "rattoppato" con varie assunzioni, quasi sempre *ad hoc*, per risolvere questo problema.

Il più importante e citato lavoro che si occupa della difesa della performance empirica della NKPC è quello di Galí e Gertler (1999) (GG in seguito).<sup>16</sup> Il contributo principale di GG, e Sbordone (2002), è quello di sostituire l'output gap con una misura dei costi marginali nella stima della NKPC. Da un punto di vista teorico, infatti, questa è la relazione che deriva dalla log-linearizzazione della condizione del primo ordine delle imprese che possono fissare il prezzo nel modello di Calvo, ossia la (3). In altri termini, la NKPC è:

$$\hat{\pi}_t = \lambda \widehat{mc}_t + \beta E_t \hat{\pi}_{t+1}, \quad (20)$$

dove  $\lambda = \frac{(1-\alpha)(1-\alpha\beta)}{\alpha}$ . Nella letteratura precedente poi si faceva uso della relazione in log-deviazioni che lega i costi marginali alle deviazioni dell'output, ossia:

$$\widehat{mc}_t = (\sigma_c + \sigma_n) \hat{Y}_t, \quad (21)$$

che si ottiene facilmente ipotizzando una semplice funzione di produzione aggregata con il lavoro come solo input e un mercato del lavoro perfettamente competitivo. Sostituendo (21) in (20) si ottiene, infatti, la (5). Quindi in realtà, stimando la NKPC nella forma

---

<sup>16</sup>Sbordone (2002) è un lavoro che presenta risultati simili e sviluppato contemporaneamente a quello di Galí e Gertler (1999).

(5) si assume la (21) che invece potrebbe essere mispecificata e quindi la causa ultima della cattiva performance di (5) nei dati.

Da un punto di vista empirico, GG notano che la NKPC nella forma (5), implica che l'inflazione sia uguale al valore atteso degli output gap futuri, (7). Ne deriva che un aumento dell'inflazione dovrebbe segnalare un futuro aumento dell'output gap e viceversa. Ossia l'inflazione dovrebbe essere un leading indicator per l'output gap. Nei dati US, invece, si registra esattamente l'opposto, in quanto l'output gap è positivamente correlato con l'inflazione futura e negativamente con quella passata. Questo è il motivo per cui spesso in letteratura, stimando la NKPC con PIL detrendizzato, si ottiene un valore negativo sull'output gap.<sup>17</sup>

L'intuizione di GG, quindi, è che si debba stimare la NKPC nella sua forma originariamente suggerita dalla teoria, ossia la (20). Per fare ciò bisogna però sviluppare una misura dei costi marginali reali, che non sono osservabili. I costi marginali reali coincidono con il rapporto fra il salario reale e la produttività del lavoro, e quindi, ipotizzando una funzione di produzione Cobb-Douglas, con la quota di reddito che va al lavoro. GG mostrano che nel loro campione la quota di reddito che va al lavoro si comporta come l'inflazione per quanto riguarda la correlazione con l'output gap. Ne deriva quindi che la correlazione contemporanea fra inflazione e questa misura dei costi marginali è alta, mentre quella fra output e costi marginali è prossima allo zero, suggerendo appunto che il problema nelle stime di (5) derivi da (21) e non da (20).

GG innovano rispetto alla letteratura precedente in altre due direzioni. La prima riguarda l'uso della tecnica di stima del metodo generalizzato dei momenti (GMM), quindi di una tecnica di stima a due stadi con l'uso di variabili strumentali. La stima fornisce evidenza a favore dell'intuizione di GG: i coefficienti stimati in (20) hanno i segni attesi, mentre il coefficiente sull'output gap in (5) è negativo. Il valore del parametro di Calvo indotto dalla stima della (20) è però piuttosto alto.

La seconda innovazione riguarda una modifica teorica al modello di Calvo. GG ipotizzano che le imprese che possono cambiare il prezzo nel modello di Calvo siano di due tipi. Un primo tipo, come nel modello standard, fissa il prezzo per massimizzare i propri profitti futuri. Un secondo tipo invece utilizza una regola del pollice, semplicemente aumentando il proprio prezzo nella stessa misura dell'inflazione passata. Questa seconda ipotesi comporta che l'inflazione aggregata abbia ora una componente inerziale, generando quella che viene chiamata *Curva di Phillips Neo-Keynesiana ibrida (Hybrid*

---

<sup>17</sup>In altri termini, l'output gap è un leading indicator dell'inflazione futura, come d'altra parte previsto dalla vecchia letteratura sulla Phillips Curve. Questo in effetti è un altro modo di vedere la critica di Estrella e Furcher (2002).

NKPC):

$$\hat{\pi}_t = \gamma_b \hat{\pi}_{t-1} + \gamma_f E_t \hat{\pi}_{t+1} + \lambda \widehat{mc}_t. \quad (22)$$

L'interesse di GG è quello di vedere se nei dati la componente inerziale migliora la stima ed è quindi necessaria, e se, nel caso, sia più importante la componente forward-looking o quella backward-looking nel determinare la dinamica dell'inflazione. I risultati di GG sono molto favorevoli al modello NK. Da un lato il coefficiente  $\gamma_b$  è statisticamente significativo, e la componente inerziale,  $\hat{\pi}_{t-1}$ , migliora le stime. Dall'altro, contrariamente a Fuhrer (1997), la componente forward-looking è di gran lunga più importante di quella backward-looking nello spiegare la dinamica dell'inflazione (i.e.,  $\gamma_f \simeq 0.75, \gamma_b \simeq 0.25$  nei vari esercizi di stima). Infine, il coefficiente  $\lambda$  è positivo e i parametri strutturali identificati dalla stima hanno valori plausibili ed in linea con l'evidenza microeconomica.

L'articolo di GG ha immediatamente avuto una grande influenza in letteratura,<sup>18</sup> ma l'analisi ha subito anche dure critiche, tanto che un intero numero del *Journal of Monetary Economics* (52(6), 2005) è stato dedicato ad una discussione sulla stima empirica dei nuovi modelli di Phillips Curve ed, in particolare, sull'approccio di GG e Sbordone (2002). In particolare, i lavori di Rudd e Whelan (2005, 2006, 2007) criticano GG sotto due aspetti fondamentali. La prima critica si concentra sull'utilizzo della quota di reddito che va al lavoro. Innanzitutto, quest'ultima sembra una misura piuttosto dubbia dei costi marginali reali, se non altro perché ha un chiaro comportamento contro-ciclico, tanto che, per esempio, raggiunge i propri picchi durante le recessioni US, così come indicate dall'NBER. Inoltre l'inflazione non causa in senso di Granger la quota di reddito che va al lavoro, mentre la prima dovrebbe aiutare a prevedere la seconda, dato che l'inflazione dipende dal valore atteso dei valori futuri dei costi marginali reali. Infine Rudd e Whelan (2006, 2007) mostrano come il valore atteso della somma dei futuri costi marginali reali sembra non avere nessun valore esplicativo nello spiegare la dinamica dell'inflazione, una volta che si sia introdotto nell'equazione l'inflazione ritardata.

La seconda critica riguarda il metodo di stima, che, secondo Rudd e Whelan (2005, 2006) non può distinguere veramente fra la componente backward-looking e quella forward-looking dell'inflazione. Molto brevemente, fra le variabili strumentali utilizzate nello stimatore GMM ci sono anche i ritardi dell'inflazione, utilizzati per costruire la proxy dell'inflazione attesa. Per costruzione, quindi, è discutibile che questo metodo riesca a distinguere le due componenti, ed inoltre il peso sull'inflazione passata nelle NKPC ibrida sarà distorto verso il basso. Rudd e Whelan (2005) propongono quindi di stimare la soluzione forward in forma chiusa della NKPC ibrida, sostenendo che ciò porti

---

<sup>18</sup>Secondo il sito del *Journal of Monetary Economics* è l'ottavo lavoro più citato di sempre fra quelli pubblicati in quella rivista.

a risultati opposti rispetto a GG. Infine come mostrato da Fuhrer and Rudebusch (2004, JME), GMM non considera l'informazione che viene dalle restrizioni cross-equation che sono sfruttate invece dalla stima ottenuta con il metodo della massima verosimiglianza a piena informazione, la quale risulta quindi essere non solo più efficiente, ma anche meno distorta. La risposta di GG è contenuta nello stesso numero del *Journal of Monetary Economics* in Galí et al. (2005).

La lettura del lavoro di GG da parte della disciplina è cruciale per la letteratura che seguirà. L'interpretazione è la seguente: (i) la performance econometrica della NKPC è buona, una volta che si usi la corretta variabile esogena suggerita dalla teoria, ossia i costi marginali reali, invece che l'output gap; (ii) l'inflazione ha sì una componente intrinseca persistente, ma, contrariamente a FM e Fuhrer (1997), questa componente è poco importante e soprattutto meno importante della componente forward-looking. Il messaggio sembra molto diverso da quello dei lavori di Fuhrer, ma, a ben guardare, come si diceva sopra, è qualitativamente simile nella sua interpretazione. Da GG in poi, passa l'idea che la NKPC ibrida sia un buon compromesso fra microfondazioni teoriche derivanti dall'elegante apparato NK e l'evidenza empirica. Il modello base puramente forward-looking va "rattoppato", in modo che la NKPC si trasformi in "ibrida", con una componente intrinseca della persistenza dell'inflazione. Rispetto a FM, GG semplicemente rassicura che questo compromesso sia accettabile, dimostrando l'importanza della componente forward-looking.

### **3.3 Come generare persistenza intrinseca?**

La letteratura successiva si concentrerà quindi nel trovare meccanismi che generino persistenza intrinseca all'intorno dello schema NK. Come vedremo molti di questi meccanismi sono *ad hoc*, ossia assunzioni senza un solido fondamento teorico.

#### **3.3.1 Aspettative adattive (Roberts, 1995) o apprendimento (Milani, 2005)**

Roberts (1995, 1997) si chiede se la persistenza intrinseca dell'inflazione che si registra nei dati non sia tanto una caratteristica in sé del processo inflazionistico, quanto un portato di aspettative non razionali. Roberts analizza le aspettative d'inflazione presenti nella Livingstone e nella Michigan Survey.<sup>19</sup> L'evidenza empirica sulla razionalità

---

<sup>19</sup>La Livingston survey è condotta dalla Federal Reserve Bank of Philadelphia. I dati comprendono un panel di più di economisti e professionisti, a cui sono chieste le aspettative sul CPI per i prossimi 6 e 12 mesi. La Michigan survey è condotta dall'Università del Michigan, ed è una survey su un campione casuale di famiglie. Fra le domande si chiede anche una previsione del CPI a 12 mesi.

delle aspettative d'inflazione in queste survey mostra che queste non sono nè completamente razionali, nè completamente adattive o statiche, ma piuttosto una combinazione di queste due ipotesi. Allora si può assumere che le aspettative dell'inflazione futura siano date da una combinazione lineare di questi due casi:

$$S_t \hat{\pi}_{t+1} = \gamma \hat{\pi}_{t-1} + (1 - \gamma) E_t \hat{\pi}_{t+1} \quad (23)$$

dove  $S$  sta ad indicare le aspettative in base alle survey. Se si sostituisce questa equazione nella NKPC si ottiene un'equazione che è equivalente dal punto di vista dell'osservazione empirica alla NKPC ibrida. Ne deriva che l'analisi empirica sarebbe incapace di distinguere fra modelli con persistenza intrinseca dell'inflazione, ossia di "inflazione vischiosa" (*sticky inflation*), e modelli con aspettative non completamente razionali, ossia "aspettative vischiose" (*sticky expectations*). Roberts (1995), invece, sviluppa un modello empirico encompassing in cui le due ipotesi di *sticky inflation vs. sticky expectations* possono essere testate, usando appunto i dati delle survey. L'evidenza mostrata da Roberts (1995) è favorevole al modello di prezzi vischiosi alla Calvo (ossia standard NKPC, non ibrida) con aspettative non razionali. La persistenza dell'inflazione, quindi, non sarebbe intrinseca in sè, ma deriverebbe da una componente adattiva nella formazione delle aspettative. La NKPC, quindi, sarebbe molto simile alla vecchia Phillips Curve.

Una versione più sofisticata di questo argomento porta ad aggiungere apprendimento nella formazione delle aspettative (Milani, 2005, 2007). L'intuizione è sostanzialmente simile, in quanto in genere il processo di apprendimento non può che dipendere dai dati passati, e quindi, nella sostanza, implica un comportamento di tipo adattivo.<sup>20</sup>

### 3.3.2 Informazione vischiosa (Mankiw e Reis, 2002)

Una variazione sul tema della precedente argomentazione è quella di Mankiw e Reis (2002), i quali ipotizzano che l'informazione sia vischiosa (*sticky information*), ossia che essa si diffonda lentamente nel tempo. Il modello adatta lo schema di Calvo alla diffusione della informazione. Con probabilità  $\alpha$  un'impresa riceve nuova informazione. Quando riceve nuova informazione l'impresa riottimizza il proprio prezzo e fissa un piano per i propri prezzi futuri. I prezzi quindi non sono fissi, come nello schema di Calvo, ma predeterminati, come in Fischer (1977), ossia oggi l'impresa può fissare un sentiero di

---

<sup>20</sup>Hanno questa caratteristica processi di apprendimento, per esempio, basati sui minimi quadrati (in cui l'agente si comporta come un econometrico nel formulare le sue aspettative) o su una regola di Bayes di correzione sui valori passati. Si veda Erceg e Levin (2003) per un'applicazione di questo tipo, non tanto alla stima empirica della NKPC, ma alle conseguenze in termini di costi di una disinflazione.

prezzi, diversi di periodo in periodo, seppur fissati oggi, ossia sulla base dell'informazione disponibile oggi. Con probabilità  $(1-\alpha)$ , invece, l'impresa non riceve nuova informazione, e non cambierà i propri piani, fissando i propri prezzi in base al sentiero deciso nell'ultima riottimizzazione.

La NKPC in un modello con informazione vischiosa è data da:

$$\hat{\pi}_t = \left[ \frac{\alpha\mu}{1-\alpha} \right] \widehat{mc}_t + \alpha \sum_{j=0}^{\infty} (1-\alpha)^j E_{t-1-j} [\hat{\pi}_t + \mu (\widehat{mc}_t - \widehat{mc}_{t-1})], \quad (24)$$

dove  $\mu$  è il mark-up. Questa equazione è molto diversa dalla NKPC del modello NK standard. Mentre nella NKPC l'inflazione corrente dipende dalle aspettative correnti di variabili future (i costi marginali futuri), in (24) l'inflazione corrente dipende dalle aspettative passate delle variabili correnti. Queste ultime sono tutte variabili predeterminate, il che significa che l'inflazione oggi dipende da una serie infinita di variabili predeterminate, ed è quindi necessariamente inerziale.

Mankiw e Reis (2002), in particolare, mostrano come una disinflazione diventi costosa in questo modello, proprio perché l'inflazione continua a dipendere da piani di prezzi fissati nel passato. Questa è esattamente l'idea originale di Fischer (1977), ed il fatto che l'ipotesi di prezzi predeterminati potesse generare elevati costi di una disinflazione era noto da tempo, e sottolineato per esempio in Ball (1994). La novità di Mankiw e Reis (2002) sta nell'aver inquadrato questi risultati all'interno di una crescente letteratura su agenti disattenti, ossia agenti economici (imprese o consumatori, si veda Reis, 2006a,b) che riottimizzano solo ad intervalli discreti.

### 3.3.3 Indicizzazione (Christiano et al., 2005)

La strada più veloce per derivare una NKPC ibrida è sicuramente quella proposta da Christiano et al. (2005), i quali assumono semplicemente che le imprese che non possono cambiare il prezzo nel modello di Calvo standard, indicizzino automaticamente il proprio prezzo all'inflazione passata, i.e.,  $p_t^*(i) = \pi_{t-1} p_{t-1}^*(i)$ , dove  $\pi_{t-1} = \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}}$ . L'ipotesi è analoga a quella delle imprese miopi di GG, ma qui la si applica a tutte le imprese che non ricevono il segnale di riottimizzare il proprio prezzo. La giustificazione è che questa assunzione catturi l'idea della disattenzione o che il calcolo del prezzo ottimale sia costoso per l'impresa. Le imprese pertanto riottimizzerebbero solo ad intervalli discreti e applicherebbero una regola semplice del pollice nell'intervallo fra due successive riottimizazioni. L'evidenza empirica microeconomica peraltro suggerisce il contrario, ossia che una parte consistente di imprese non modifichi il proprio prezzo per intervalli anche lunghi.

Il problema dell'impresa diventa

$$\max_{p_t^*(i)} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \alpha^j \Delta_{t,t+j} \left[ \frac{p_t^*(i) \Pi_{t,t+j-1}}{P_{t+j}} Y_{t+j}(i) - TC_{t+j}^r(Y_{t+j}(i)) \right] \quad (25)$$

$$s.t. \quad Y_{t+j}(i) = \left[ \frac{p_t^*(i) \Pi_{t,t+j-1}}{P_{t+j}} \right]^{-\theta} Y_{t+j} \quad (26)$$

dove  $\Pi_{t,t+j-1} = \pi_t \pi_{t+1} \dots \pi_{t+j-1} = \prod_{i=0}^{j-1} \pi_{t+i}$  per  $j > 0$  e uguale a zero per  $j = 0$ . La condizione del primo ordine è:

$$p_t^*(i) = \frac{\theta}{\theta - 1} \frac{E_t \sum_{j=0}^{\infty} \alpha^j \Delta_{t,t+j} \left[ P_{t+j}^{\theta} Y_{t+j} MC_{t+j}^r \Pi_{t,t+j-1}^{-\theta} \right]}{E_t \sum_{j=0}^{\infty} \alpha^j \Delta_{t,t+j} \left[ P_{t+j}^{\theta-1} Y_{t+j} \Pi_{t,t+j-1}^{1-\theta} \right]}, \quad (27)$$

e genera la seguente NKPC ibrida:

$$\hat{\pi}_t = \frac{1}{1 + \beta} \hat{\pi}_{t-1} + \frac{\beta}{1 + \beta} E_t \hat{\pi}_{t+1} + \frac{\lambda}{1 + \beta} \widehat{mc}_t, \quad (28)$$

che ha la stessa forma funzionale della NKPC ibrida di GG, (22), anche se i coefficienti  $\gamma_f$  e  $\gamma_b$  sono logicamente una diversa funzione dei parametri profondi ed in questo caso dipendono solamente dal tasso di sconto intertemporale  $\beta$ .<sup>21</sup>

Si noti infine che la NKPC ibrida in Christiano et al. (2005) può essere scritta come:

$$\Delta \hat{\pi}_t = \beta E_t \Delta \hat{\pi}_{t+1} + \lambda \widehat{mc}_t, \quad (29)$$

che ha la stessa forma di una NKPC standard, ma nelle differenze prime dell'inflazione, invece che nei livelli delle deviazioni logaritmiche.

### 3.3.4 Rigidità reali (Blanchard e Galí, 2007)

Blanchard e Galí (2007) ipotizzano che siano le rigidità reali, piuttosto che quelli nominali a determinare la presenza di una componente ritardata nell'equazione di forma ridotta per la dinamica dell'inflazione. La persistenza dell'inflazione non sarebbe quindi intrinseca al processo di formazione dei prezzi, ma derivante da ipotesi comportamentali sulla dinamica dei salari. Seguendo il contributo di Hall (2005), Blanchard e Galí (2007) assumono semplicemente che il salario reale corrente sia una media ponderata

<sup>21</sup>Per rendersi conto di come questa ipotesi generi automaticamente un termine ritardato nella NKPC, basta derivare l'evoluzione dell'indice dei prezzi, da cui si ricava l'NKPC sostituendo  $\frac{P_t(i)}{P_t}$ . Infatti:

$$P_t = \left[ \int_0^1 P_t(i)^{1-\theta} di \right]^{\frac{1}{1-\theta}} = \left[ \alpha \pi_{t-1}^{(1-\theta)} P_{t-1}^{1-\theta} + (1-\alpha) P_t(i)^{1-\theta} \right]^{\frac{1}{1-\theta}}.$$

fra il tasso marginale di sostituzione fra consumo e tempo libero (che equivale al salario di competizione perfetta) ed il salario reale passato:

$$\frac{W_t}{P_t} = \left( \frac{W_{t-1}}{P_{t-1}} \right)^\gamma MRS_t^{1-\gamma} = \left( \frac{W_{t-1}}{P_{t-1}} \right)^\gamma \left( -\frac{U_{N_t}}{U_{C_t}} \right)^{1-\gamma}. \quad (30)$$

Anche qui l'ipotesi, a ben guardare, è una riedizione, riveduta e corretta, di FM, i quali, in un modello di sfasamento nelle decisioni salariali alla Taylor (1980), ipotizzavano che nel fissare il salario reale, i lavoratori guardassero ai salari reali fissati negli altri settori nel periodo precedente. Non sorprendentemente quindi la NKPC che ne deriva è ibrida:

$$\hat{\pi}_t = \beta E_t \hat{\pi}_{t+1} + \frac{\lambda}{1-\gamma L} \widetilde{mc}_t, \quad (31)$$

dove  $L$  è l'operatore ritardo e  $\widetilde{mc}_t$  una funzione dei costi marginali correnti e passati.

### 3.3.5 Sheedy (2007)

Una menzione particolare in questa breve rassegna di ipotesi che generano una NKPC ibrida merita il lavoro di Sheedy (2007), che generalizza il modello di Calvo. Nel modello di Calvo la probabilità di ricevere il segnale di cambiare il prezzo da parte di un'impresa è indipendente da quanto tempo è passato dall'ultima volta che ha cambiato il prezzo. Questa ipotesi semplificatrice è chiaramente problematica, e Sheedy (2007) ragionevolmente ipotizza che i prezzi nuovi siano più vischiosi di quelli vecchi, ossia i prezzi fissati di recente abbiano una minore probabilità di essere cambiati di quelli vecchi. La NKPC che ne deriva è:

$$\hat{\pi}_t = \sum_{i=1}^N \gamma_i \hat{\pi}_{t-i} + \sum_{i=1}^N \delta_i E_t \hat{\pi}_{t+i} + \lambda \widehat{mc}_t, \quad (32)$$

dove i  $\gamma$  e i  $\delta$  sono funzioni dei parametri profondi e dell'ipotesi sul variare di  $\alpha$  come funzione del tempo trascorso dall'ultima variazione del prezzo, che viene modellata secondo funzioni di azzardo (*hazard functions*). La cosa sorprendente è che il numero di ritardi e di lead nell'inflazione può essere qualsiasi a seconda dell'ipotesi sulle funzioni di azzardo (e quindi su come la probabilità di cambiare il prezzo vari nel tempo). Ne consegue che il modello di Sheedy (2007) può spiegare qualsiasi livello di persistenza intrinseca, ossia qualsiasi numero di ritardi nella NKPC.

Il modello di Sheedy (2007) merita un posto a sè, perché contrariamente alle ipotesi precedenti, generalizza il modello di Calvo, modificandone un'ipotesi irragionevole. Le altre "soluzioni" proposte, invece, sostanzialmente assumono la NKPC ibrida, mediante *ad hoc* *hockeries*. L'indicizzazione, per esempio, che è forse la forma più usata in letteratura per generare NKPC ibride, non ha nessun fondamento teorico ed è fortemente contraria

all'evidenza empirica microeconomica, che mostra come molti prezzi non cambino ogni periodo. Ci si può chiedere che senso abbia assumere deviazioni *ad hoc* dalla teoria per generare un'equazione che si adatti all'andamento dei dati. Spesso queste assunzioni non sono strutturali in senso proprio e quindi alla fine il modello tende a mimare il modello empirico deviando da rigorose fondazioni teoriche. Da un lato è evidente che un modello empirico puro, per definizione, si adatta meglio ai dati passati di un modello teorico. Dall'altro, il modello teorico dovrebbe consentire un'interpretazione dei dati e le microfondazioni il superamento della critica di Lucas. Fino a che punto questo compromesso debba essere accettato è una questione aperta, ma è evidente la tentazione di aggiungere troppe "toppe" (ipotesi *ad hoc*) al modello teorico per adeguarlo ai dati.

## 4 L'inflazione di trend e la scomparsa della persistenza intrinseca

### 4.1 L'evidenza empirica

Come abbiamo visto, a partire da FM, il cui titolo è appunto "*Inflation Persistence*", la letteratura di cui sopra sulla dinamica dell'inflazione si basa sul consenso circa il fatto che l'inflazione sia un processo persistente. Negli ultimi anni, però, una serie di lavori hanno confutato questa proposizione in maniera piuttosto convincente. Nuove stime della persistenza dell'inflazione tendono infatti a mostrare che la persistenza dell'inflazione sia stata alta nel periodo della grande inflazione, ossia negli anni '70 ed '80, ma sia invece sensibilmente minore dagli anni '90 in poi.<sup>22</sup>

Guerrieri (2006) sostanzialmente riproduce l'analisi di FM con un campione più recente dal 1980 al 2001, mentre il campione di FM andava dal 1965 al 1993. Il risultato principale è che il modello di salari nominali sovrapposti alla Taylor (1980) si adatta bene all'andamento dell'inflazione e riproduce la sua persistenza (qui misurata dal correlogramma come in FM), senza bisogno di ipotizzare, come in FM, rigidità del salario reale. Inoltre, ancora più sorprendentemente, il modello originale di salari nominali sovrapposti funziona bene anche sull'intero campione 1960-2001, che comprende gli anni della grande inflazione ed il campione di FM.

Levin e Piger (2004) utilizzano sia metodi classici sia bayesiani per studiare la persistenza dell'inflazione, misurata dalla somma dei ritardi in un semplice modello  $AR(p)$ , in 12 paesi industrializzati. La persistenza è molto alta quando il modello viene stimato

---

<sup>22</sup>I primi a mostrare evidenza convincente di questo fatto sono Cogley e Sargent in serie di lavori su VAR con parametri varianti nel tempo e volatilità stocastica.

sull'intero campione, come sottolineato dalla letteratura nelle sezioni precedenti. I dati però segnalano, non sorprendentemente, dei break strutturali nella media nella serie dell'inflazione per tutti i paesi presi in considerazione. Levin e Piger (2004) rifanno le stime del modello statistico  $AR(p)$  tenendo conto dei break strutturali nella media identificati con varie tecniche statistiche nei dati. Le stime della persistenza diminuiscono ampiamente, rispetto alla stime sull'intero campione.

Da Perron (1990), la letteratura empirica sa che i test di radici unitaria, ed in generale le stime dell'autocorrelazione delle serie, sono distorte verso l'alto se non si tiene conto di possibili break strutturali nella serie. Una semplice occhiata alla serie dell'inflazione in qualsiasi paese industrializzato nel campione dopo la seconda guerra mondiale immediatamente segnala vistosamente dei salti della media dovuti prima alle crisi petrolifere e al periodo successivo della disinflazione e della grande moderazione. La disponibilità dei dati di tutti gli anni '90 ha reso possibile un'analisi empirica rigorosa di questi salti. Il portato di queste analisi è che non c'è niente di intrinseco nella persistenza dell'inflazione, ma questa sembra dipendere dal livello medio d'inflazione, o, se si vuole, dal regime di politica monetaria.

Quest'ultima intuizione è sviluppata in un lavoro molto approfondito ed esauriente di Benati (2008). Benati (2008) prende in considerazione vari paesi (area Euro, UK, Svizzera, Svezia, US, Canada, Giappone e Nuova Zelanda) e diversi periodi storici, che corrispondono a diversi regimi di politica monetaria: il gold standard ed il più recente inflation targeting. Nella prima parte del lavoro Benati (2008) svolge un'analisi in forma ridotta simile a Levin and Piger (2004) mostrando come la persistenza dell'inflazione sia elevata se stimata sull'intero campione o su sottocampioni in cui i regimi di politica monetaria erano diversi da quelli di cui sopra. Per contro, per tutti questi paesi, la persistenza intrinseca dell'inflazione è sostanzialmente nulla nei periodi storici che si identificano con i regimi di politica monetaria caratterizzati da un chiaro target in termini di inflazione media (inflation targeting) o di ancora nominale (gold standard). Il livello di persistenza dell'inflazione quindi non sembra intrinseco in sé, ma piuttosto dipendere dal particolare regime di politica monetaria. A riprova di questo fatto, Benati (2008) svolge un'analisi empirica strutturale basata sul modello NK standard, chiuso da un regola di politica monetaria alla Taylor.<sup>23</sup> La NKPC ibrida alla Christiano et al. (2005) è generalizzata per permettere un grado di indicizzazione parziale e non com-

---

<sup>23</sup>Rispetto al modello standard nella Sezione 2, Benati (2008) assume anche persistenza nelle abitudini di consumo e una regola di Taylor inerziale per adattarsi meglio ai dati.

pleto. Ossia ipotizzando  $p_t^*(i) = \pi_{t-1}^\chi p_{t-1}^*(i)$ , la NKPC ibrida diventa:

$$\hat{\pi}_t = \frac{\chi}{1 + \chi\beta} \hat{\pi}_{t-1} + \frac{\beta}{1 + \chi\beta} E_t \hat{\pi}_{t+1} + \frac{\lambda}{1 + \chi\beta} \widehat{mc}_t. \quad (33)$$

È evidente che se il grado di indicizzazione è nullo (i.e.,  $\chi = 0$ ), allora la (33) coincide con la NKPC standard (5), mentre se il grado di indicizzazione è completo, (i.e.,  $\chi = 1$ ), allora la (33) coincide con la NKPC di Christiano et al. (2005), (28). Il parametro  $\chi$  determina quindi il parametro strutturale di persistenza intrinseca. Benati (2008) mostra che la stima di  $\chi$  è o zero o molto bassa in tutti i regimi con chiara ancora nominale o obiettivo d'inflazione (i.e., nell'area Euro Euro, in Germania, Italia, e Francia dopo l'adesione all'Unione Monetaria Europea, in Svizzera sotto il "nuovo regime monetario" e in US, UK e Svezia sotto il gold standard). Per esempio, nella zona Euro il grado di indicizzazione assume valori molto alti se stimati sull'intero campione (posterior mode = 0.864), ma scompare se il modello viene stimato a partire dal 1999 (posterior mode = 0.025).

La conclusione di Benati (2008) è che non ci sia niente di strutturale (nel senso della critica di Lucas) nel parametro di indicizzazione e quindi nella persistenza, ma che questa in realtà dipenda dai regimi di politica monetaria. L'inflazione quindi non è un processo persistente di per sé, e la performance empirica dei modelli NK di prezzi vischiosi per quanto riguarda la dinamica dell'inflazione, ossia della NKPC standard, è in realtà soddisfacente nei regimi di stabilità monetaria.<sup>24</sup>

Dopo dieci anni da FM, questi contributi segnalano che la direzione che la ricerca aveva intrapreso, sancita dal lavoro di GG, era probabilmente inadeguata. Per modellare la dinamica dell'inflazione non è necessario un compromesso "ibrido" fra la componente forward-looking, che deriva dalla teoria dei modelli NK, e la componente backward-looking, che deriva dall'analisi empirica. Non c'è bisogno, quindi, di immettere nei modelli NK meccanismi (spesso *ad hoc*) di generazione di persistenza intrinseca, ossia che generino un ritardo dell'inflazione nella NKPC. Bisogna invece capire come la persistenza dell'inflazione sia legata ai regimi di politica monetaria che determinano variazioni del livello medio d'inflazione. Per fare questo, il modello base NK deve essere generalizzato per ammettere inflazione di trend.

---

<sup>24</sup>Cecchetti e Debelle (2006) e Cecchetti et al. (2007) arrivano a conclusioni simili. Altri lavori in letteratura, in realtà, arrivano a conclusioni opposte: Pivetta e Reis (2007), Canova e Gambetti (2009) e Gambetti et al. (2008). Per una discussione di questo dibattito si veda Cogley et al. (2009), che sottolineano come risultati in apparenza contrastanti siano dovuti ad una differente definizione della serie dell'inflazione come deviazione dal trend (inflation gap) oppure no.

## 4.2 Un modello con inflazione di trend: teoria ed evidenza

### 4.2.1 Teoria (Ascari, 2004)

Come sottolineato nella Sezione 2.1.2, e per quanto possa sorprendere data l'evidenza empirica, la derivazione delle varie NKPC nella letteratura di cui sopra, assume un livello di inflazione medio uguale a zero. Ossia, per derivare la semplice ed elegante formulazione della NKPC in (5) dall'originale modello non-lineare NK microfondato, si deve log-linearizzare il modello attorno allo stato stazionario con zero inflazione.

Ascari (2004) mostra come questa assunzione sia tutt'altro che innocua da un punto di vista teorico, in quanto l'originale modello NK non-lineare microfondato implica non-superneutralità, cioè che una variazione permanente del tasso d'inflazione ha effetti reali permanenti in stato stazionario. In particolare, lo stato stazionario di questo modello presenta non-linearità molto pronunciate proprio attorno al punto in cui l'inflazione è zero. Inoltre, l'autore ricava una generica espressione della NKPC, log-linearizzando il modello attorno ad un generico stato stazionario con inflazione pari a  $\bar{\pi}$ . Definiamo  $\bar{\pi}$  come inflazione di stato stazionario o inflazione di trend. Ascari (2004) quindi mostra come la forma della NKPC sia molto più articolata e determini in realtà una sommatoria infinita di termini non riconducibile alla NKPC standard. Inoltre, la dinamica del modello è di ordine superiore e diversa dal modello NK di base. Queste proprietà sono state studiate in dettaglio in successivi lavori mostrando come molti dei risultati del modello NK standard, di cui si è detto nella Sezione 2, vengano modificati, qualora si tenga conto che il livello d'inflazione di trend è diverso da zero, come del resto è nei dati empirici del XX secolo. Ascari e Ropele (2007) studiano come la politica monetaria ottimale di stabilizzazione ciclica sia resa molto meno efficace all'aumentare dell'inflazione di trend (si veda anche Yun, 2005). Gli stessi autori, in altro lavoro del 2009, invece, analizzano come la regione di indeterminatezza varia al variare dell'inflazione di trend, per diversi casi della regola di Taylor; essi dimostrano che il principio di Taylor (9) è molto sensibile a piccole variazioni dell'inflazione di trend da zero, e che per valori di inflazione di trend positivi, ma molto contenuti, la regione di determinatezza si contrae significativamente rispetto al caso standard.

Ascari e Ropele (2009) generalizzano il problema di fissazione del prezzo delle imprese in (1):

$$\max_{P_t^*(i)} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \alpha^j \Delta_{t,t+j} \left( \frac{P_t^*(i)}{P_{t+j}} \Omega_{t,t+j-1} Y_{t+j}(i) - TC_{t+j}^r(Y_{t+j}(i)) \right), \quad (34)$$

$$s.t. \quad Y_{t+j}(i) = \left[ \frac{p_t^*(i)}{P_{t+j}} \right]^{-\theta} Y_{t+j}, \quad (35)$$

dove  $\Omega_{t,t+j-1} \equiv \bar{\Pi}^{j(1-\omega)\varepsilon} (P_{t+j-1}/P_{t-1})^{\omega\varepsilon}$  con  $j = 0, 1, 2, \dots$ . In particolare,  $\Omega_{t,t+j-1}$  rappresenta una regola di indicizzazione generale che permette un qualunque grado di indicizzazione o all'inflazione passata o all'inflazione di trend,  $\bar{\Pi}$ . Il parametro  $0 \leq \varepsilon \leq 1$  misura il grado di indicizzazione totale, mentre il parametro  $0 \leq \omega \leq 1$  indica il grado relativo fra le due forme di indicizzazione assunte. Sotto queste ipotesi il modello genera la seguente NKPC, o meglio, le seguenti equazioni che descrivono il comportamento dell'offerta aggregata:<sup>25</sup>

$$\begin{cases} \Delta_t = \beta \bar{\Pi}^{1-\varepsilon} E_t \Delta_{t+1} + \lambda_{(\bar{\pi}, \varepsilon)} \left[ (1 + \sigma_n) \widehat{Y}_t + \sigma_n \widehat{s}_t \right] + \eta_{(\bar{\pi}, \varepsilon)} E_t \left[ (\theta - 1) \Delta_{t+1} + \widehat{\phi}_{t+1} \right] \\ \widehat{\phi}_t = \alpha \beta \bar{\Pi}^{(\theta-1)(1-\varepsilon)} E_t \left[ (\theta - 1) \Delta_{t+1} + \widehat{\phi}_{t+1} \right] \\ \widehat{s}_t = \xi_{(\bar{\pi}, \varepsilon)} \Delta_t + \alpha \bar{\Pi}^{\theta(1-\varepsilon)} \widehat{s}_{t-1} \end{cases} \quad (36)$$

dove  $\Delta_t \equiv \hat{\pi}_t - \varepsilon \omega \hat{\pi}_{t-1}$ ,  $\widehat{\phi}_t$  è una variabile ausiliaria per scrivere il modello in forma recursiva e  $\widehat{s}$  una variabile che misura il grado di dispersione dei prezzi. Quest'ultima è una variabile molto interessante, su cui non possiamo soffermarci in questa rassegna. Per quanto detto prima, è però importante sottolineare come questa variabile introduca nella dinamica dell'offerta aggregata una componente backward-looking, che determina quindi inerzia in modo intrinseco e strutturale, e che prescinde dall'indicizzazione, ma dipende solo dall'assumere un'inflazione media positiva. È peraltro evidente come la dinamica dell'offerta aggregata in questa generalizzazione del modello sia molto diversa dalla semplice NKPC (5). Ne deriva appunto che molti dei risultati standard in letteratura ottenuti ipotizzando inflazione zero in media, ossia la (5), non sono più validi quando si consideri inflazione positiva in media, ossia la (36). I coefficienti  $\lambda_{(\bar{\pi}, \varepsilon)}$ ,  $\eta_{(\bar{\pi}, \varepsilon)}$  e  $\xi_{(\bar{\pi}, \varepsilon)}$  sono funzioni complicate dei parametri strutturali del modello ed in particolare, *inter alia*, dell'inflazione di trend e del grado di indicizzazione.<sup>26</sup>

Per quanto concerne questa rassegna, questa è proprio l'implicazione più interessante: i parametri della NKPC dipendono dall'inflazione di trend, ossia sono una funzione di

<sup>25</sup>Qui si assume  $\sigma_c = 1$  e la relazione (21).

<sup>26</sup>Naturalmente questa generalizzazione comprende le varie NKPC viste sopra. Zero inflazione di trend, i.e.,  $\bar{\Pi} = 1$ , implica  $\eta = \xi = 0$ . In questo caso:  $\Delta_t = \beta E_t (\Delta_{t+1}) + \lambda(1 + \sigma_n) \widehat{Y}_t$ , ossia la (33). Quindi la (28) si ottiene assumendo piena indicizzazione all'inflazione passata:  $\varepsilon = \omega = 1$ , mentre la NKPC standard (5) si ottiene ponendo  $\varepsilon = 0$ .

$\bar{\pi}$ . Questo in realtà non dovrebbe sorprendere, in quanto il modello originale è non superneutrale, quindi, i coefficienti della formula log-linearizzata dipenderanno necessariamente dal valore di stato stazionario attorno al quale il modello è log-linearizzato, i quali a loro volta dipendono da  $\bar{\pi}$ . In altri termini, i parametri del modello log-linearizzato non sono invarianti rispetto a variazioni dell'inflazione di trend, ossia a regimi di politica monetaria, ma sono una funzione di  $\bar{\pi}$ . Questo modello consente quindi di relazionare un'analisi empirica come quella di Benati (2008) ad un modello teorico dove la dinamica dell'inflazione, e quindi la sua persistenza, dipende dal particolare regime di politica monetaria, e quindi questa relazione è strutturale.<sup>27</sup>

#### 4.2.2 Evidenza empirica

L'analisi in Benati (2008) suggerisce che la persistenza dell'inflazione sia legata ai regimi di politica monetaria. Due lavori recenti studiano questa relazione in maniera strutturale stimando la generalizzazione del modello NK appena descritta.

Cogley e Sbordone (2008) stimano la NKPC di cui sopra, assumendo che l'inflazione di trend sia variabile nel tempo.<sup>28</sup> Essi identificano quindi una serie storica per questa componente a bassa frequenza dell'inflazione, che si suppone essere infine determinata dalla banca centrale, o, alternativamente, economicamente interpretabile come l'inflation target della banca centrale che cambia nel tempo (si veda Ireland, 2007). Il risultato principale del lavoro è che il parametro stimato della NKPC che rappresenta il grado di indicizzazione all'inflazione passata è uguale a zero, una volta tenuto conto del movimento dell'inflazione di trend. In altri termini, una volta considerate le variazioni dell'inflazione di trend, una NKPC puramente forward-looking è una buona descrizione della dinamica dell'inflazione.<sup>29</sup>

Non dovrebbe sfuggire il legame fra questo risultato, quello di Benati (2008) e la letteratura precedente. I vari regimi di politica monetaria si caratterizzano per diversi effetti sull'inflazione media. Nei periodi della grande inflazione, per esempio, si regis-

<sup>27</sup>Questo argomento è già presente in Ascari (2000), analizzato analiticamente in un modello con salari sovrapposti alla Taylor (1980).

<sup>28</sup>L'equazione che stimano Cogley e Sbordone (2008) sostanzialmente deriva dalla sostituzione della seconda equazione in (36) nella prima per eliminare la variabile non osservata  $\hat{\phi}_t$ , e quindi nel risolvere in avanti l'equazione per  $\hat{\pi}_t$ , ottenendo appunto così una sommatoria di valori attesi futuri.

<sup>29</sup>Nella versione working paper del lavoro (Cogley e Sbordone, 2005), inoltre, gli autori mostrano la stabilità nel tempo della stima dei parametri strutturali della NKPC. Quindi, tenendo conto della dinamica dell'inflazione di trend, anche i parametri strutturali sembrano stabili tra i vari regimi di politica monetaria, ossia "strutturali" nel senso di Lucas. Questo è soprattutto importante, e in qualche misura sorprendente, per il parametro di Calvo.

trano grandi e persistenti variazioni dell'inflazione media o di trend, che determinano persistenza nell'inflazione. Quest'ultima, per essere catturata da un modello che non tenga conto della variazioni dell'inflazione di trend, richiede che il modello sia aumentato da una componente *ad hoc* di inerzia, come visto nella Sezione 3.

Un lavoro complementare a quello di Cogley e Sbordone (2008) è quello di Benati (2009), che stima con tecniche bayesiane i modelli "ibridi" della Sezione 3.3 (FM, Galí e Gertler o Christiano et al., Blanchard e Galí e Sheedy) ed il modello Ascari e Ropele (2009) con inflazione di trend che varia nel tempo per i paesi in Benati (2008). A differenza di Cogley e Sbordone (2008), Benati (2009) stima l'intero modello NK derivante dalle varie ipotesi e non solo la NKPC. I risultati sono una combinazione lineare di Benati (2008) e Cogley e Sbordone (2008): (i) il parametro della componente backward-looking nei modelli ibridi è alto nei sottocampioni che si riferiscono ai regimi monetari instabili di Benati (2008) e nullo nei regimi di stabilità monetaria; (ii) nel modello Ascari e Ropele (2009) con inflazione di trend variabile il parametro di indicizzazione stimato sull'intero campione è nullo. Quindi quest'ultima specificazione non ha bisogno di inserire una componente inerziale *ad hoc* nel modello per spiegare i dati e la dinamica persistente dell'inflazione.

## 5 Conclusioni

In questa rassegna abbiamo prima presentato brevemente il modello NK, e ci siamo poi soprattutto concentrati sulla dinamica dell'inflazione implicata dal modello NK, e sui suoi problemi empirici, ossia principalmente sul problema di replicare la persistenza dell'inflazione.

Torniamo alla nostra domanda iniziale: perchè l'inflazione è persistente? In conclusione, possiamo dire con Cogley e Sbordone (2008, p. 2118): "*Inflation is highly persistent, but much of that persistence is due to shifts in trend inflation.*" Il gap dell'inflazione, invece, ossia  $\hat{\pi}_t$ , cioè la deviazione fra l'inflazione corrente ed il suo trend non presenta persistenza (si veda anche Cogley et al., 2009). In altri termini, l'inflazione  $\pi_t = \pi_t - \bar{\pi}_t + \bar{\pi}_t = \hat{\pi}_t + \bar{\pi}_t$ . La letteratura recente dimostra che la persistenza nella serie storica dell'inflazione,  $\pi_t$ , è dovuta alla persistenza nella componente di bassa frequenza della serie, ossia l'inflazione di trend,  $\bar{\pi}_t$ , e non all'inflation gap,  $\hat{\pi}_t$ . La letteratura, invece, per molto tempo non ha considerato modelli con inflazione di trend. Ne consegue che non tenendo conto dei movimenti nell'inflazione di trend (i.e.,  $\bar{\pi}$  fisso nel tempo), i lavori precedenti attribuivano tutta la persistenza dell'inflazione all'inflation gap,  $\hat{\pi}_t$ . Le implicazioni in termini di interpretazione e di politica economica sono notevolmente

differenti.

Riteniamo che molto si sia compreso dell'andamento dell'inflazione e delle sue determinanti negli ultimi anni grazie agli sviluppi della letteratura NK. Un'interpretazione pessimistica della storia qui raccontata potrebbe sostenere che in realtà il problema si sia solo spostato. Cioè, il problema di spiegare la persistenza della serie storica dell'inflazione, è adesso diventato il problema di spiegare la persistenza e i movimenti dell'inflazione di trend. Questa in effetti è la prossima sfida di questa letteratura. Un recentissimo lavoro di Ascari et al. (2009), conferma i risultati di Benati (2009), e si concentra sul ruolo della variabile  $\hat{s}$ , che misura il grado di dispersione dei prezzi, nel determinare la dinamica dell'inflazione, ed in particolare, della sua componente di trend. Alcuni lavori, invece, puntano a spiegare questi movimenti come dovuti all'apprendimento del banchiere centrale delle caratteristiche dell'economia (Cogley and Sargent, 2005, Sargent et al. 2006, Primiceri 2006, Carboni e Ellison 2009). Altre spiegazioni arriveranno a continuare la storia di questa appassionante letteratura.

## References

- Ascari, G. (2000). Optimising agents, staggered wages and the persistence of the real effects of money shocks. *The Economic Journal* 110, 664–686.
- Ascari, G. (2004). Staggered prices and trend inflation: Some nuisances. *Review of Economic Dynamics* 7, 642–667.
- Ascari, G., E. Castelnuovo, and L. Rossi (2009). Calvo vs. Rotemberg in a trend inflation world: An empirical investigation. Mimeo.
- Ascari, G. and T. Ropele (2007). Optimal monetary policy under low trend inflation. *The Journal of Monetary Economics* 54, 2568–2583.
- Ascari, G. and T. Ropele (2009). Trend inflation, taylor principle and indeterminacy. Forthcoming in *Journal of Money, Credit and Banking*.
- Ascari, G. and L. Rossi (2009). Trend inflation, non-linearities and firms price setting: Rotemberg vs. calvo. Mimeo, University of Pavia.
- Ball, L. (1994). Credible disinflation with staggered price-setting. *American Economic Review* 84, 282–289.
- Benati, L. (2008). Investigating inflation persistence across monetary regimes. *The Quarterly Journal of Economics* 123(3), 1005–1060.

- Benati, L. (2009). Are "intrinsic inflation persistence" models structural in the sense of Lucas (1976)? ECB working paper No. 1038.
- Benigno, P. and M. Woodford (2005). Inflation stabilization and welfare: The case of a distorted steady state. *Journal of the European Economic Association* 3(6), 1–52.
- Benigno, P. and M. Woodford (2006). Linear-quadratic approximation of optimal policy problems. NBER Working Paper No. 12672.
- Blanchard, O. and J. Galí (2007). Real wage rigidities and the new keynesian model. *Journal of Money, Credit and Banking* 39, 35–65.
- Blanchard, O. J. and N. Kiyotaki (1987). Monopolistic competition and the effects of aggregate demand. *American Economic Review* 77, 647–666.
- Buiter, W. and I. Jewitt (1981). Staggered wage setting with real wage relativities: Variations on a theme by Taylor. *The Manchester School* 49, 211–228.
- Bullard, J. and K. Mitra (2002). Learning about monetary policy rules. *Journal of Monetary Economics* 49, 1105–1129.
- Calvo, G. A. (1983). Staggered prices in a utility-maximising framework. *Journal of Monetary Economics* 12, 383–398.
- Canova, F. and L. Gambetti (2009). Structural changes in the U.S. economy: Is there a role of monetary policy? *Journal of Economic Dynamics and Control* 33(2), 477–490.
- Carboni, G. and M. Ellison (2009). The great inflation and the Greenbook. *Journal of Monetary Economics* 56(6).
- Cecchetti, S. G. and G. Debelle (2006). Has the inflation process changed? *Economic Policy*, 312–352.
- Cecchetti, S. G., P. Hooper, B. C. Kasman, K. L. Schoenholtz, and M. W. Watson (2007). Understanding the evolving inflation process. U.S. Monetary Policy Forum.
- Christiano, L. J., M. Eichenbaum, and C. L. Evans (2005). Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. *Journal of Political Economy* 113(1), 1–45.
- Clarida, R., J. Galí, and M. Gertler (1998). Monetary policy rules in practice: Some international evidence. *European Economic Review* 42, 1033–1067.
- Clarida, R., J. Galí, and M. Gertler (1999). The science of monetary policy: A new keynesian perspective. *Journal of Economic Literature* 37, 1661–1707.

- Clarida, R., J. Galí, and M. Gertler (2000). Monetary policy rules and macroeconomic stability: Evidence and some theory. *Quarterly Journal of Economics* 115, 147–180.
- Cogley, T. and T. J. Sargent (2005). The conquest of US inflation: Learning and robustness to model uncertainty. *Review of Economic Dynamics* 8(2), 528–563.
- Cogley, T. and A. Sbordone (2008). Trend inflation, indexation and inflation persistence in the new keynesian phillips curve. *American Economic Review* 98(5), 2101–2126.
- Cogley, T. and A. M. Sbordone (2005). A search for a structural phillips curve. Federal Reserve Bank of New York Staff Report No. 203.
- Cogley, T. W., G. Primiceri, and T. J. Sargent (2009). Inflation-gap persistence in the U.S. forthcoming in AEJ: Macroeconomics.
- Erceg, C. J., D. W. Henderson, and A. T. Levin (2000). Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts. *Journal of Monetary Economics* 46, 281–313.
- Erceg, C. J. and A. T. Levin (2003). Imperfect credibility and inflation persistence. *Journal of Monetary Economics* 50, 915–944.
- Estrella, A. and J. C. Fuhrer (2002). Dynamic inconsistencies: Counterfactual implications of a class of rational-expectations models. *American Economic Review* 92(4), 1013–1028.
- Fischer, S. (1977). Long-term contracts, rational expectations, and the optimal money supply rule. *Journal of Political Economy* 85, 191–205.
- Fuhrer, J. and G. Moore (1995). Inflation persistence. *Quarterly Journal of Economics* 110, 127–159.
- Fuhrer, J. C. (1997). The (Un)Importance of forward-looking behavior in price specifications. *Journal of Money, Credit and Banking* 29, 338–350.
- Fuhrer, J. C. and G. D. Rudebusch (2004). Estimating the Euler equation for output. *Journal of Monetary Economics* 51(6), 1133–1153.
- Galí, J. (2003). New perspectives on monetary policy, inflation, and the business cycle. In M. Dewatripont, L. Hansen, and S. Turnovsky (Eds.), *Advances in Economic Theory*, pp. 151–197. Cambridge University Press.
- Galí, J. (2008). *Monetary Policy, Inflation and the Business Cycle*. Princeton University Press.

- Galí, J. and M. Gertler (1999). Inflation dynamics: A structural econometric analysis. *Journal of Monetary Economics* 44, 195–222.
- Galí, J., M. Gertler, and D. López-Salido (2005). Robustness of estimates of the hybrid New Keynesian Phillips Curve. *Journal of Monetary Economics* 52, 1107–1118.
- Gambetti, L., E. Pappa, and F. Canova (2008). The structural dynamics of U.S. output and inflation: What explains the changes? *Journal of Money, Credit and Banking* 40, 369–388.
- Goodfriend, M. and R. G. King (1998). The new neoclassical synthesis and the role of monetary policy. In B. Bernanke and J. Rotemberg (Eds.), *NBER Macroeconomics Annual*, pp. 231–283. MIT Press.
- Guerrieri, L. (2006). The inflation persistence of staggered contracts. *Journal of Money, Credit and Banking* 38, 483–494.
- Hall, R. (2005). Employment fluctuations with equilibrium wage stickiness. *American Economic Review* 95(1), 50–65.
- Ireland, P. (2007). Changes in the federal reserve’s inflation target: Causes and consequences. *Journal of Money, Credit and Banking* 39, 1851–1882.
- Justiniano, A. and G. Primiceri (2008). The time varying volatility of macroeconomic fluctuations. *American Economic Review* 98(3), 604–641.
- Khan, A., R. King, and A. L. Wolman (2003). Optimal monetary policy. *Review of Economic Studies* 70, 825–860.
- Levin, A. T. and J. M. Piger (2004). Is inflation persistence intrinsic in industrial economies? ECB working paper No. 334.
- Long, J. B. and C. I. Plosser (1983). Real business cycle. *Journal of Political Economy* 91, 39–69.
- Mankiw, G. N. (2001). The inexorable and mysterious tradeoff between inflation and unemployment. *The Economic Journal*, C45–C61.
- Mankiw, N. G. and R. Reis (2002). Sticky information versus sticky prices: A proposal to replace the New Keynesian Phillips Curve. *Quarterly Journal of Economics* 117, 1295–1328.
- McCallum, B. T. and E. Nelson (1999). An optimizing IS-LM specification for monetary policy and business cycle analysis. *Journal of Money, Credit, and Banking* 31, 296–316.

- Milani, F. (2005). Adaptive learning and inflation persistence. Mimeo, University of California, Irvine.
- Milani, F. (2007). Expectations, learning and macroeconomic persistence. *Journal of Monetary Economics* 54(7), 2065–2082. Mimeo, University of California, Irvine.
- Neiss, K. S. and E. Nelson (2003). The real-interest-rate gap as an inflation indicator. *Macroeconomic Dynamics* 7(2), 239–262.
- Nelson, E. (1998). Sluggish inflation and optimizing models of the business cycle. *Journal of Monetary Economics* 42, 303–322.
- Perron, P. (1990). Testing for a unit root in a time series with a changing mean. *Journal of Business and Economic Statistics* 8, 153–162.
- Pivetta, F. and R. Reis (2007). The persistence of inflation in the United States. *Journal of Economic Dynamics and Control* 31(4), 1326–1358.
- Primiceri, G. E. (2006). Why inflation rose and fell: Policymakers’ beliefs and U.S. postwar stabilization policy. *Quarterly Journal of Economics* 121, 867–901.
- Reis, R. (2006a). Inattentive consumers. *Journal of Monetary Economics* 53(8), 1761–1800.
- Reis, R. (2006b). Inattentive producers. *Review of Economic Studies* 73(3), 793–821.
- Roberts, J. M. (1995). New keynesian economics and the phillips curve. *Journal of Money, Credit and Banking* 27, 975–84.
- Roberts, J. M. (1997). Is inflation sticky? *Journal of Monetary Economics* 39, 173–96.
- Rotemberg, J. and M. Woodford (1999). Interest rate rules in an estimated sticky price model. In J. B. Taylor (Ed.), *Monetary Policy Rules*, pp. 57–119. University of Chicago Press.
- Rotemberg, J. J. (1982). Sticky prices in the united states. *Journal of Political Economy* 90, 1187–1211.
- Rudd, J. and K. Whelan (2006a). Can rational expectations sticky-price models explain inflation dynamics? *American Economic Review* 96(1), 303–320.
- Rudd, J. and K. Whelan (2006b). New tests of the New-Keynesian Phillips Curve. *Journal of Monetary Economics* 52, 1167–1181.
- Rudd, J. and K. Whelan (2007). Modeling inflation dynamics: A critical review of recent research. *Journal of Money, Credit and Banking* 39(1), 155–170.

- Sargent, T., N. Williams, and T. Zha (2006). Shocks and government beliefs: The rise and fall of american inflation. *American Economic Review* 96(4), 1193–1224.
- Sbordone, A. M. (2002). Prices and unit labor costs: A new test of price stickiness. *Journal of Monetary Economics* 49, 265–92.
- Schmitt-Grohé, S. and M. Uribe (2004). Solving dynamic general equilibrium models using a second-order approximation to the policy function. *Journal of Economic Dynamics and Control* 28, 755–775.
- Schmitt-Grohé, S. and M. Uribe (2005). Optimal fiscal and monetary policy in a medium-scale macroeconomic model. In M. Gertler and K. Rogoff (Eds.), *NBER Macroeconomics Annual*, pp. 383–425. Cambridge, MA: MIT Press.
- Schmitt-Grohe, S. and M. Uribe (2007). Optimal simple and implementable monetary and fiscal rules. *Journal of Monetary Economics* 54, 1702–1725.
- Sheedy, K. D. (2007). Intrinsic inflation persistence. London School of Economics, mimeo.
- Smets, F. and R. Wouters (2003). An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. *Journal of the European Economic Association* 1, 1123–1175.
- Taylor, J. B. (1980). Aggregate dynamics and staggered contracts. *Journal of Political Economy* 88, 1–23.
- Taylor, J. B. (1993). Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 39, 195–214.
- Taylor, J. B. (1998). Staggered price and wage setting in macroeconomics. In J. B. Taylor and M. Woodford (Eds.), *Handbook of Macroeconomics*. Amsterdam, North-Holland.
- Woodford, M. (2003). *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*. Princeton: Princeton University Press.
- Yun, T. (2005). Optimal monetary policy with relative price distortions. *American Economic Review* 95, 89–108.