

La dinamica economica nella visione di un economista eclettico.

Richard M. Goodwin e la crescita ciclica del sistema capitalistico

di **Serena Sordi**

SERENA SORDI è docente di Macroeconomia e di Dinamica economica presso la Facoltà di Economia “Richard M. Goodwin” dell’Università di Siena e membro del “Centro Interdipartimentale per lo Studio dei Sistemi Complessi” della stessa Università. I suoi interessi di ricerca prevalenti riguardano la teoria non lineare del ciclo economico, la teoria della crescita economica e il nesso tra fragilità finanziaria e fluttuazioni economiche irregolari.



UNA “VITA NON LINEARE” [1]

Chi si occupi di dinamica economica è quasi certo di incontrare prima o poi nel suo percorso di ricerca il nome di Richard Murphey Goodwin (RMG), uno dei maggiori pionieri della disciplina, noto in particolare per i suoi contributi alla teoria non lineare del ciclo economico e alla teoria lineare dei modelli dinamici multi-settoriali. Questo articolo intende ricostruire la visione della dinamica economica di RMG, ripercorrendo le principali

fasi della sua vita e facendo riferimento ad alcuni dei suoi principali contributi.

RMG (New Castle, Indiana, Usa, 24 febbraio 1913 – Siena, 6 agosto 1996) trascorse la sua infanzia e gioventù a New Castle dove frequentò le scuole pubbliche. Nel 1930 ottenne l’ammissione all’Università di Harvard. Sebbene destinato a studiare Legge, si dedicò allo studio delle scienze sociali, spinto dalla volontà di riuscire a comprendere le cause della grande depressione che aveva colpito l’America e che aveva segnato duramente anche la sua famiglia. Consapevole delle profonde ingiustizie cui dà luogo il sistema di produzione capitalistico, si avvicinò alla teoria di Marx e si convinse, influenzato dagli insegnamenti del matematico,

UN MATEMATICO DELLA DOMENICA

“Un giorno mi capitò di dare un seminario davanti a un gruppo di colleghi, nel quale cercavo di dimostrare che era una buona cosa dar da mangiare ai disoccupati a un prezzo al di sotto del normale. Nel bel mezzo della mia esposizione venni interrotto da qualcuno che, opponendosi alla mia tesi, richiamò un teorema che, ricorrendo ai moltiplicatori di Lagrange, dimostra come un punto di massimo sociale implichi un prezzo unico per ciascun bene. Quest’esperienza in qualche modo traumatica mi ha indotto a cercare, per il resto della mia vita, di essere in grado di comprendere, almeno a livello dilettantistico, l’uso (e gli abusi) della matematica nell’analisi economica. Divenni così un ‘matematico della domenica’, cioè uno che coltiva quella magia nera nel tempo libero”.

Da: Goodwin (1988, pp. 158-159)

logico e filosofo inglese Alfred North Whitehead, che “*non si può capire la politica senza la filosofia, né la filosofia senza l'economia*” (Palazzi, 1982, p. 14) [2]. Nel 1934, vincitore di una borsa di studio, si recò a Oxford dove rimase fino al 1937 e conseguì la laurea in *Philosophy, Politics and Economics*. A Oxford frequentò una serie di seminari, organizzati dall'economista ucraino Jacob Marschak, dove veniva utilizzato come testo di riferimento il *Survey* sui cicli economici di Jan Tinbergen (1935) e fu così introdotto allo studio della teoria matematica del ciclo economico. A partire dal secondo anno di corso ebbe poi Roy Harrod come *tutor* e ciò gli dette la possibilità di leggere la *Teoria Generale* di Keynes (1936) ancora in bozze e di appassionarsi ai temi del ciclo economico, della crescita e della loro interazione, cari al suo *tutor*.

Dedicò molto del suo tempo anche agli altri due interessi che lo accompagnarono per tutta la vita, ovvero la politica e l'arte, in particolare la pittura. Per cercare di comprendere il fenomeno del fascismo, visitò la Germania e l'Italia e partecipò in prima persona all'attività a sostegno della Repubblica spagnola. Spinto dal timore che il nazional-socialismo

e il fascismo potessero dilagare in Europa, si iscrisse al Partito Comunista, rimanendone membro tuttavia solo fino al patto Molotov-Ribbentrop dell'agosto 1939. Per soddisfare il suo interesse per la pittura, frequentò un corso presso la *Ruskin School of Drawing and Fine Arts* dell'Università di Oxford e passò periodi di vacanza in Italia per studiare l'arte italiana.

Rientrato a Harvard, conseguì il *Master* in Economia nel 1939 – con insegnanti del calibro di Gottfried Haberler, Wassily Leontief e Joseph A. Schumpeter – e nel 1941 il dottorato, portando a termine un lavoro sul comportamento e il controllo della quantità di moneta che aveva iniziato a Oxford.

Durante la guerra, in un periodo di carenza di docenti e in risposta ad un appello, si offrì come volontario per insegnare Fisica agli ufficiali dell'esercito e della marina sebbene non avesse “*mai avuto in mano un libro di testo di quella materia*” (ibid., p. 19). Nel 1946 diventò *Assistant professor* con un contratto della durata di cinque anni. Risale a questo periodo il suo incontro con il fisico francese Philippe Le Corbeiller, allora docente a Harvard, di-

L'ARCHIVIO RICHARD GOODWIN

di Massimo Di Matteo, Università di Siena

Grazie alle nuove tecnologie, gli archivi non sono più luoghi noti solo a pochi studiosi che possono approfittare delle (a volte molto) preziose informazioni ivi contenute. Sul sito <http://ase.signum.sns.it/> si possono infatti trovare notizie sul contenuto degli archivi degli economisti, incluso quello di RMG che è fisicamente collocato presso la Biblioteca Centrale della Facoltà di Economia “R.M. Goodwin” dell'Università di Siena. Esso è organizzato in cinque sezioni: (I) Manoscritti, Dattiloscritti e Materiali di lavoro, (II) Carteggio, (III) Miscellanea, (IV) Pubblicazioni, (V) Scritti su RMG.

Qui troviamo i suoi numerosi (oltre trenta) articoli sui giornali studenteschi di Harvard a testimoniare la precoce vivacità intellettuale di RMG (segnaliamo tra gli altri un pezzo sull'origine delle differenze tra Trotzky e Stalin, uno sul proibizionismo e il prezzo degli alcoolici e infine uno sulle contraddizioni della politica di Roosevelt). Possiamo altresì leggere i suoi voluminosi appunti dalle lezioni di A.N. Whitehead sotto la cui profonda influenza scriverà nel 1934 la tesi di BA (*A Critique of Marxism*) anch'essa raccolta nell'archivio. In essa RMG dà un'interpretazio-

ne di Marx come di un grande rivoluzionario la cui dottrina “*is becoming more and more the sole alternative to a backward movement of our civilization*”.

Ma anche i grandi studiosi hanno le loro sconfitte e, attraverso alcune delle numerose lettere (circa 300) dell'archivio, possiamo renderci conto del contesto nel quale matura la decisione di Harvard di non assegnargli la *tenure* e la susseguente decisione di RMG di accettare, tra le tante offerte pervenute da Università americane ed estere, un posto temporaneo in quella di Cambridge. Siamo anche in grado di conoscere le motivazioni (nello stesso biennio 1949-50) del rifiuto di alcuni editori di pubblicare il suo trattato di dinamica economica non lineare ricordato da Samuelson. Ci restano molti capitoli di questo libro che mostrano quanto RMG fosse all'avanguardia nel plasmare i problemi della dinamica economica con l'aiuto di strumenti matematici davvero innovativi per l'epoca: teoria dei funzionali di Volterra, criterio di Nyquist per la stabilità, successioni di Faltnung, metodi non lineari della scuola russa come riportati da Andronov & Chaikin ecc. L'indice di questo libro mai terminato ci mostra anche come i vari articoli di RMG pubblicati in quegli anni facessero parte di un programma di ricerca originale e organico.

Rimangono altresì da scoprire e studiare una gran mole di contributi, note, appunti su temi di metodologia economica (*Scritti sul capitale*), politica economica (*An Economic Policy for Labour*), *Weltanschauung* personale (*Sketch of a Possible Social Philosophy, The Socialist Critique of Capitalism. Go over 1st Principles*) che ci permetteranno di conoscere meglio non solo lo studioso innovatore ma anche l'uomo e il pittore (*Discorso* al vernissage di una sua mostra tenuta a Siena nel marzo 1992).

Troviamo nell'archivio sia appunti (della seconda metà degli anni '80) su *BS Bagel Roesler Band* che mostrano l'attenzione mai sopita di RMG verso i nuovi sviluppi matematici sia sulla metodologia delle coordinate generalizzate (*Scritti sui sistemi lineari*) mediante la quale cerca ingegnosamente di ridurre le complessità che deriverebbero da un'analisi compiuta delle interdipendenze del sistema economico.

È infine stupefacente osservare quanto sia ricca la serie degli appunti di lezioni che spaziano dal suo primo corso sul ciclo (così da lui stesso chiamato, al quale partecipa come studente il grande Schumpeter) a svariati temi, compresi quelli suggeriti dall'attualità economica come l'analisi delle risorse naturali e dell'ambiente (*Cambridge 1978-79*).



▲ *Painting at Ahmedabad, Gujarat (India) 1990b*. Da Goodwin (1990, p. 8)

scutando con il quale si convinse che il ciclo economico è un evento che si riproduce per cause endogene e non per cause esterne. Strinse inoltre il suo rapporto di amicizia con Schumpeter e frequentò attivamente un gruppo di lavoro (i cosiddetti *cybernetic seminars*) al *Massachusetts Institute of Technology* costituito da noti fisici e matematici applicati, tra i quali Norbert Wiener. Tenne inoltre un corso sulla teoria del ciclo economico frequentato anche da Haberler e Schumpeter. Consapevole del fatto che il giudizio sul suo operato per ottenere un posto di ruolo (*tenure*) sarebbe stato formulato inderogabilmente entro la fine del 1949 (entro e non oltre, cioè, otto anni dal conseguimento del dottorato), si concentrò sulla ricerca e pubblicò una serie di articoli su importanti riviste e volumi (Goodwin 1946a, 1946b, 1947a, 1947b, 1948, 1949) e ne scrisse altri che arriveranno alla stampa subito dopo (Goodwin 1950a, 1950b, 1951a, b, c). In questi articoli, sviluppò alcuni concetti (come il *moltiplicatore dinamico*, l'*acceleratore flessibile*, l'*acceleratore non lineare* e l'*accoppiamento dinamico dei mercati*) e utilizzò strumenti

matematici (come l'*equazione di Lord Rayleigh* e il *teorema Perron-Frobenius* per le matrici positive) destinati a lasciare il segno sulla teoria della dinamica economica. Nonostante questo, la commissione istituita alla fine del 1949 per stabilire la sua permanenza a Harvard, con la sola opposizione di Haberler e Schumpeter, non gli assegnò la *tenure*. Vari fattori influenzarono la decisione [3], non ultimo, in anni di maccartismo, quello politico. Si chiuse così il periodo americano della vita di RMG e con esso la sua prima (mancata) carriera accademica. Non c'erano motivi però per essere preoccupati per il suo futuro in quanto, come sottolineato da Samuelson (in Di Matteo 1990, p. 18), si poteva avere la certezza che "*his originality will score and will be recognized, if not on the cover of Newsweek, in a more important place among the economists connoisseurs who treasure the history of original contributions to our subject*".

Nei mesi successivi, seguendo l'invito di Richard Stone dell'Università di Cambridge, si trasferì in Inghilterra con una borsa Fullbright e poi, permanentemente, vincitore di un posto come *Girdler's Lecturer*. Rimase all'Università di Cambridge per trenta anni diventando *Reader*, ma mai *Professor*. A Cambridge RMG trovò un'atmosfera ben diversa da quella di Harvard tale che "*one could be left, without being left out*" (da una lettera di RMG a Vela K. Velupillai, in Velupillai 1998, p. 6) e tale da garantire una piena libertà di insegnamento. In effetti, in questi anni RMG dedicò molto del suo tempo sia all'insegnamento – tenendo corsi sugli argomenti che di volta in volta più lo interessavano [4] – sia alla pittura, mentre la sua produzione scientifica fu relativamente limitata, in particolare se confrontata con quella dell'ultimo periodo a Harvard. Le ragioni furono molteplici, non ultimo un certo isolamento in cui RMG si ritrovò nel giro di poco a Cambridge [5].



▲ *'A to B', 1978*. Da Goodwin (1990b, p. 4)

È tuttavia importante ricordare che, oltre al libro *Elementary Economics from the Higher Standpoint* del 1970, basato sulle lezioni tenute da RMG per studenti *undergraduate*, è di questo periodo l'articolo *A growth cycle* (1967), il lavoro di RMG che forse più di ogni altro ha avuto impatto sulla teoria della dinamica economica. L'articolo, che risente dell'interesse della scuola di Cambridge per gli economisti classici, mette al centro dell'analisi della dinamica del sistema economico il problema della distribuzione funzionale del reddito. Trova così forma compiuta l'ispirazione marxiana di RMG nella soluzione di uno dei problemi che più lo aveva tormentato sin dall'incontro con Harrod negli anni Trenta, il problema di come rappresentare congiuntamente crescita e ciclo. Da tempo ormai alla ricerca di una soluzione soddisfacente al problema, RMG capì "improvvisamente che la formalizzazione adatta era quella del modello biologico di Volterra" del quale era venuto a conoscenza negli anni Cinquanta grazie all'incontro in India con il biologo britannico J.B.S. Haldane. Nel 1980, con il pensionamento dall'Università di Cambridge, si chiuse la seconda fase della vita di RMG. Come ultimo impegno scientifico, dette alle bozze due volumi contenenti i suoi lavori "worth preserving", uno (pubblicato nel 1982) dedicato ai modelli macrodinamici, l'altro (del 1983) ai modelli dinamici lineari disaggregati. Nell'*Archivio Goodwin* di Siena è disponibile una bozza di un necrologio, da lui stesso scritta e intitolata *My Obit*, che rende bene l'idea di quale fosse lo stato di animo di RMG. Egli appare certo di essere arrivato alla fine della sua carriera accademica e forse della sua vita. Ma una frase, aggiunta da RMG al necrologio nel 1986, ci informa che invece questo non successe e che, inaspettatamente, "a 'terza vita' offered itself in Italy and Siena".

Nello stesso anno, vincitore di un concorso pubblico nazionale per professore ordinario, prese servizio presso la Facoltà di Scienze Economiche e Bancarie dell'Università di Siena. Fuori ruolo dal 1983, continuò a insegnare al Dottorato di Ricerca in Economia politica anche negli anni successivi al pensionamento avvenuto nel 1988. Avere avuto la possibilità di insegnare in Italia rappresentava per lui "la realizzazione di un lungo sogno" (Palazzi, 1982, p. 47). Sebbene il suo desiderio fosse stato quello di "venire per un po' di tempo a conoscere la gente, bere buon vino e buon caffè" (ibid.), le cose andarono diversamente. I corsi che dovette insegnare gli portarono via più tempo del previsto a causa dell'incontro "con un nuovo tipo di studenti" che lo fecero "lavorare duramente". Inoltre, la sua produzione scientifica ebbe una vera e propria esplosione. Fra le sue pubblicazioni di questo periodo, ricordiamo il libro scritto con Lionello Punzo (Goodwin & Punzo 1987) in cui elaborò

una sintesi della sua visione della natura della dinamica del sistema economico capitalistico. Inoltre, gli importanti sviluppi che si verificarono in quegli anni nella teoria dei sistemi dinamici – in particolare, la nascita della teoria delle catastrofi e della teoria del caos – dettero un nuovo forte impulso al suo interesse per lo studio della dinamica non-lineare. Si riteneva forse ormai soddisfatto per essere riuscito a dare una soluzione al problema dell'interazione tra ciclo e crescita ma questo suo stato d'animo durò solo fino all'arrivo a Siena di Richard Day, nel marzo del 1985. In una lettera di RGM a Velupillai del 1993 (in Velupillai, 1998, p. 8), leggiamo che il seminario di Day sulla teoria del caos ebbe su di lui un effetto dirompente, tale da causare una sorta di "conversione religiosa". Si convinse che buona parte delle irregolarità evidenti nel comportamento economico – tema da cui era partito con il suo articolo del 1946 – potessero essere spiegate endogeneamente utilizzando questa teoria. Armato di un PC e del software Phaser, ideato nel 1986 da Hüseyin Koçak, cominciò a sperimentare la possibilità di generare fluttuazioni irregolari in semplici modelli macrodinamici che potessero essere formalizzati per mezzo, ad esempio, delle equazioni di Rössler. Nello stesso periodo, dopo aver partecipato ad un convegno sulle onde lunghe che si tenne a Weimar (Germania) nel giugno del 1985, produsse alcuni articoli con l'intento di formalizzare l'idea schumpeteriana secondo cui l'economia capitalistica si evolve nel tempo non in modo uniforme, ma per mezzo sia di cicli brevi/medi sia di cicli lunghi – le cosiddette *onde lunghe*, dovute al processo innovativo. Questo interesse per la teoria del caos e per la teoria della crescita come innovazione portarono alla pubblicazione del libro *Chaotic Economic Dynamics* (1990) e di numerosi altri articoli e comunicazioni (ad esempio, Goodwin 1988, 1991, 1992a, 1992b).

RMG ha continuato così, instancabile, nell'arco di mezzo secolo a dare importanti contributi alla teoria della dinamica economica e lo ha fatto andando spesso controcorrente: spiegando la persistenza del ciclo con l'analisi non lineare, quando i modelli di riferimento erano "alla Frisch" (lineari e stabili con *shock* esogeni); studiando il ciclo in anni in cui la ricerca in macrodinamica era indirizzata allo studio della crescita; appassionandosi alla teoria del caos, quando la teoria dominante era quella del ciclo economico reale. Per apprezzare maggiormente il ruolo da lui svolto per lo sviluppo della dinamica economica non lineare, discuterò in ciò che segue il suo modello del 1951 dell'interazione tra il moltiplicatore dinamico e l'acceleratore non lineare e il suo modello del 1967 del ciclo nella crescita. Il primo mi permetterà di mettere in luce come RMG – alla ricerca di una spiegazione endogena della persistenza del ci-

clo – arrivò alla scoperta di un nuovo tipo di oscillatore; il secondo – un “gioiello” di solo cinque scarse pagine – di illustrare una soluzione convincente al problema dell’interazione tra ciclo e crescita.

I MODELLI MACRODINAMICI E LA PERSISTENZA DEL CICLO NELL’EVOLUZIONE DEL SISTEMA ECONOMICO CAPITALISTICO

LA PERSISTENZA DEL CICLO

Come sottolineato da Giancarlo Gandolfo nel suo saggio, RMG fu tra i primi autori a ricercare nei modelli non lineari una spiegazione della persistenza del ciclo economico. Particolarmente importante a questo riguardo è il suo articolo sull’acceleratore non lineare, pubblicato su *Econometrica* nel 1951, ma “nell’aria” già dal dicembre 1948, da quando cioè RMG lo aveva presentato al convegno annuale dell’*Econometric Society* a Cleveland (Ohio, USA).

Il punto di partenza di RMG in questo articolo è una critica dei modelli lineari del ciclo economico, dove le risultanti fluttuazioni del reddito nazionale sono di ampiezza crescente o decrescente (esplodono o scompaiono). Per superare questa difficoltà, RMG introdusse alcune modifiche del modello standard del tipo moltiplicatore-acceleratore, il risultato delle quali è la seguente equazione differenziale non lineare del tipo di Lord Rayleigh:

$$y'' + \frac{1}{\varepsilon} \{(\varepsilon + s)y' - \phi(y')\} + \frac{s}{\varepsilon} y = 0, \quad \varepsilon > 0, \quad 0 < s < 1 \quad (1)$$

dove y è la deviazione del reddito nazionale dal livello di equilibrio, s la propensione marginale al risparmio, $f(y')$ l’investimento indotto e $1/\varepsilon$ la velocità di aggiustamento dell’offerta aggregata alla domanda. Differenziando rispetto al tempo entrambi i lati della (1) e ponendo $x = y'$, otteniamo l’equivalente equazione del tipo di van der Pol:

$$x'' + \frac{1}{\varepsilon} \{(\varepsilon + s) - \phi'(x)\} x' + \frac{s}{\varepsilon} x = 0 \quad (2)$$

Ripercorrendo brevemente la derivazione della (1), possiamo meglio apprezzarne il significato.

Gli ingredienti fondamentali del modello sono tre:

- 1 una funzione del consumo keynesiana, tale che il consumo C dipende dal reddito nazionale Y :

$$C = C_0 + cY, \quad C_0 \geq 0, \quad 0 < c < 1 \quad (3)$$

- 2 il moltiplicatore dinamico, tale che l’offerta si aggiusta alla domanda con una velocità di aggiustamento uguale a $1/\varepsilon$:

$$Y' = \frac{1}{\varepsilon}(C + I - Y), \quad \varepsilon > 0 \quad (4)$$

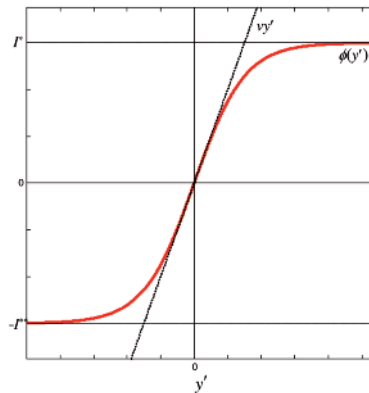
- 3 l’acceleratore flessibile, tale che l’investimento si aggiusta al livello desiderato (determinato sulla base del principio dell’acceleratore) ad una velocità uguale a $1/\theta$:

$$I' = \frac{1}{\theta}(\phi(Y') - I), \quad \theta > 0 \quad (5)$$

Dalle equazioni (3)-(5), con semplici passaggi algebrici e indicando con y la deviazione del reddito dal suo livello di equilibrio, otteniamo la (1). Nel caso di un acceleratore lineare:

$$I = vY' \quad \forall Y'$$

la (1) si reduce ad un’equazione differenziale lineare che può rappresentare oscillazioni persistenti, di ampiezza costante, solo nel caso in cui $\varepsilon + s - v = 0$. Questa non è tuttavia una soluzione soddisfacente in quanto dobbiamo tenere conto del fatto che gli investimenti reagiscono alle variazioni della domanda in maniera diversa a seconda della fase del ciclo economico. Indicando con I^* il tasso massimo di investimento consentito dalla capacità esistente e con $-I^{**}$ il tasso massimo di disinvestimento corrispondente ad un investimento lordo uguale a zero, appare più plausibile assumere che il principio dell’acceleratore, con un coefficiente di accelerazione uguale a v , sia valido solo per valori intermedi di y' mentre diventi del tutto inflessibile ad entrambi gli estremi (Fig. 1).

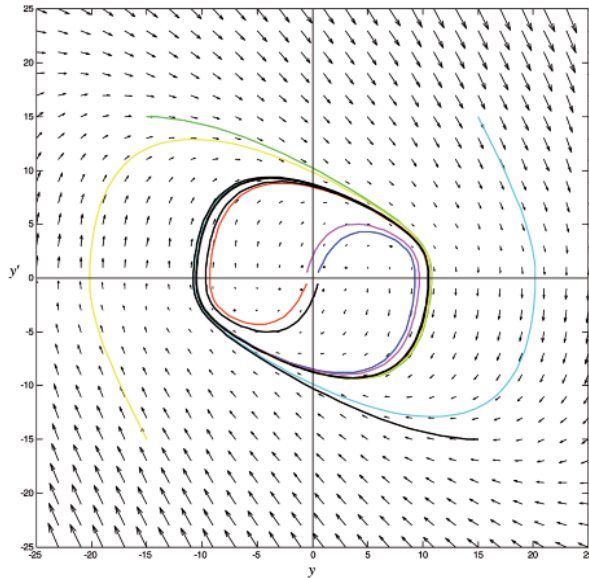


▲ Figura 1 L’acceleratore non-lineare

Quando alcune condizioni sulla funzione:

$$(\varepsilon + s)y' - \phi(y') = \psi(y')$$

sono soddisfatte – in particolare quando la funzione dell’investimento è simmetrica rispetto all’origine e l’origine è un punto di equilibrio localmente instabile – il teorema di Levinson-Smith (1942) permette di dimostrare che la (2) ha, come unico attrattore, una soluzione periodica (*ciclo limite*). Il modello è quindi in grado di rappresentare fluttuazioni persistenti del reddito nazionale (Fig. 2).



▲ Figura 2 Ciclo limite stabile nel caso $l^* = l^{**}$

RMG si limitò a fornire un'analisi grafica della soluzione del modello, per mezzo del metodo dell'integrazione grafica di Liénard. Sebbene questo possa essere visto come un punto debole della sua analisi, allo stesso tempo gli dette un importante vantaggio rispetto all'uso di metodi analitici. L'utilizzo di questo metodo gli permise infatti di intuire – e poi di riuscire a mostrare graficamente – che il suo modello poteva generare un ciclo limite anche nel caso di una funzione dell'investimento non simmetrica, al limite anche con il solo *ceiling* della piena occupazione (o con il solo *floor*). Come discusso in modo approfondito in Le Corbeiller (1960), si trattava della scoperta di un nuovo tipo di oscillatore non simmetrico, il cosiddetto *two-stroke oscillator*. Rilevante è il fatto che RMG giunse a questa scoperta spinto dagli insegnamenti di Harrod che lo avevano convinto che il vincolo (“non linearità”) cruciale al funzionamento del principio dell'acceleratore è il *ceiling* della piena occupazione (per un approfondimento, si veda Sordi 2006).

IL CICLO NELLA CRESCITA

L'influenza di RMG sullo sviluppo della teoria non lineare del ciclo economico è particolarmente evidente se facciamo riferimento a tutta la letteratura sui cicli nella crescita che si è sviluppata a partire dal modello “*A growth cycle*”. La caratteristica principale di questo modello è quella di dar luogo ad un sistema di due equazioni non lineari in u (la quota dei salari nel reddito nazionale) e v (il tasso di occupazione) che – grazie a *sette ipotesi semplificatrici* – si riducono alle cosiddette equazioni di Lotka-Volterra dell'interazione tra due specie, una composta da predatori, l'altra da prede.

Utilizzando la notazione originale (q , prodotto; n , forza-lavoro; l , occupazione; a , produttività del lavoro; k , capitale;

w , salario reale; σ , rapporto capitale-prodotto; u , quota del lavoro; v , rapporto occupazione-forza lavoro) possiamo esprimere queste sette ipotesi nel seguente modo:

- (i) il progresso tecnico (di tipo non incorporato) procede al saggio costante α :

$$\frac{a'}{a} = \frac{q'}{q} - \frac{l'}{l} = \alpha$$

- (ii) la forza lavoro cresce al saggio costante β :

$$\frac{n'}{n} = \beta$$

- (iii) vi sono solo due fattori produttivi – lavoro e capitale – entrambi omogenei e non specifici;
 (iv) tutte le quantità sono reali e nette;
 (v) i salari totali (wl) sono interamente consumati, i profitti ($q - wl$) interamente risparmiati e investiti, cosicché:

$$\frac{k'}{k} = \frac{q - wl}{k} = \frac{(1 - u)q}{k}$$

- (vi) il rapporto capitale-prodotto (σ) è costante;
 (vii) il saggio di crescita del salario reale dipende positivamente e *linearmente* dal tasso di occupazione:

$$\frac{w'}{w} = -\gamma + \rho v, \quad \gamma, \rho > 0$$

Tenendo conto delle definizioni delle variabili v e u ($v = l/n$, $u = wl/q = w/a$) ed utilizzando le ipotesi (i)-(vii), il sistema dinamico del modello, con pochi passaggi, si riduce a:

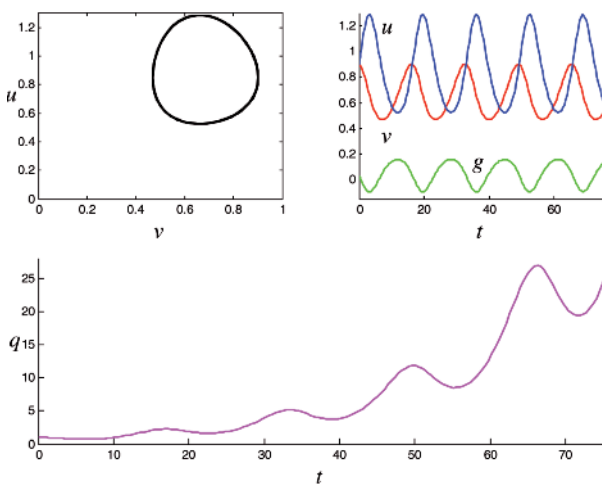
$$\begin{aligned} u' &= [-(\alpha + \gamma) + \rho v]u = F(u, v) \\ v' &= \left[\frac{1}{\sigma} - (\alpha + \beta) - \frac{1}{\sigma}u \right]v = G(u, v) \end{aligned}$$

il quale – *nel caso in cui* $\sigma > \alpha + \beta$ – è in effetti del tipo Lotka-Volterra. Possiamo quindi concludere che il punto di equilibrio positivo è un centro e che le traiettorie nel piano delle fasi sono curve chiuse concentriche, una per ogni condizione iniziale dati i valori dei parametri. Abbiamo quindi una dinamica oscillatoria delle due variabili fondamentali del modello nella spiegazione della quale gioca un ruolo fondamentale un meccanismo del tutto assente nel precedente modello moltiplicatore-acceleratore, ovvero il conflitto rispetto alla distribuzione del reddito tra capitalisti e lavoratori. Quello che succede è che in periodi di alti tassi di accumulazione, il numero dei disoccupati (l'esercito industriale di riserva) diminuisce e questo fa aumentare il potere contrattuale dei lavoratori. Ciò provoca una redistribuzione del reddito a favore dei lavoratori, una diminuzione dei profitti e un decelerazione dell'accumulazione. Il numero

di disoccupati comincia allora ad aumentare e i salari a diminuire, facendo così aumentare la profittabilità degli investimenti. Di conseguenza, il tasso di accumulazione ricomincia ad aumentare e il ciclo appena descritto si ripete di nuovo. Il risultato è una dinamica ciclica del tasso di occupazione e della quota del lavoro. Ma allora – possiamo chiederoci – perché chiamarlo *growth cycle*? La spiegazione è semplice: il ciclo delle due variabili v e u implica anche un ciclo del tasso di crescita dell'*output*. Indicando con g quest'ultimo, abbiamo infatti:

$$g = \frac{q'}{q} = \frac{k'}{k} = \frac{1-u}{\sigma}$$

Un esempio di dinamica delle variabili u , v , g e q , per date condizioni iniziali e dati valori dei parametri è mostrato in Fig. 3.



▲ Figura 3 A growth cycle

LA LETTERATURA SUI CICLI NELLA CRESCITA

L'articolo *A growth cycle* fu presentato da RMG al *First World Congress* della *Econometric Society* che si svolse a Roma dal 9 al 14 settembre 1965. Il programma di questo primo incontro a livello mondiale della società fu organizzato in modo tale da essere rappresentativo dei migliori lavori in corso di elaborazione nelle diverse parti del mondo.

Giancarlo Gandolfo, che era presente al momento della presentazione di RMG, ricorda: “Nel 1965 ero assistente ordinario alla cattedra di Economia politica tenuta da Vittorio Marrama nella Facoltà di Economia dell'Università di Roma (ora “Sapienza” Università di Roma). Marrama si occupava di ciclo e sviluppo e aveva preparato delle dispense sull'argomento per gli studenti di Economia politica II, incaricandomi di integrarle con esercitazioni sugli aspetti più tecnici. Marrama aveva anche scritto un paio di articoli su riviste internazionali concernenti modelli non lineari del ciclo. Nello studiare l'argomento mi ero ovviamente imbattuto nei contributi di Richard Goodwin, che mi avevano molto colpito. Quale fu dunque la mia gioia quando seppi che la *Econometric Society* avrebbe tenuto il suo primo Convegno mondiale proprio a Roma, nel settembre 1965, con la partecipazione di Goodwin e di tutti gli studiosi che per me erano figure mitiche (Frisch, Hicks, Samuelson, Tinbergen ecc., le cui opere avevo studiato a fondo). Partecipai a tutte le sedute, ma quella che mi è rimasta impressa è la seduta in cui Goodwin presentò il suo modello “A growth cycle”. Conservo ancora il ciclostilato originale che egli aveva preparato per quella seduta. Ciò che mi colpì fu l'eleganza della trattazione e la maestria nell'utilizzare lo strumento matematico per spiegare un fenomeno economico complesso quale l'interazione fra ciclo e crescita, che non sono due fenomeni separati e sovrapposti (come accade in altri modelli, quale il ciclo-trend di Hicks) ma sono due aspetti del medesimo fenomeno. Un altro aspetto che mi affascinò fu l'uso delle equazioni preda-predatore di Volterra, delle quali non avevo mai sentito parlare prima (a quanto ricordo, l'uditorio era nella mia stessa situazione)”.

Da allora quasi mezzo secolo è passato e le equazioni preda-predatore, popolarizzate da Gandolfo già all'inizio degli anni Settanta nella prima edizione del suo libro con il più corretto nome di equazioni Lotka-Volterra, sono ormai uno strumento acquisito nelle applicazioni di dinamica economica. Da parte sua, il modello di *A growth cycle* – che ha l'importante caratteristica di essere *intrinsecamente non-lineare* in quanto le variabili fondamentali sono espresse in termini di rapporti e non di livelli – ha ispirato una vasta letteratura sulla macrodinamica nonlineare di disequilibrio che ancora oggi è ben viva e promettente di ulteriori sviluppi, come testimoniato, ad esempio, dai recenti contributi di Desai (2006), Velupillai (2006) e Flaschel (2009).

► Estratto dal programma del *First World Congress* della *Econometric Society*, Roma, settembre 1965



Il ruolo cruciale svolto da ognuna delle ipotesi semplificatrici è evidente. Allo stesso tempo, il fatto che siano tutte necessarie per ottenere la forma funzionale del modello Lotka-Volterra fa sì che il modello possa essere generalizzato in varie direzioni ed il suo contenuto economico notevolmente accresciuto. È quello che è successo nel corso degli anni, con il risultato che è oggi possibile fare riferimento al concetto di *Goodwinian growth cycles*. ■

NOTE

- [1] Queste note biografiche riprendono informazioni sulla vita di Goodwin contenute in Di Matteo (1990, 2000), Di Matteo, Filippi & Sordi (2006), Di Matteo & Sordi (2008), Goodwin (1982b, 1988, 1990b), Harcourt (1985), Palazzi (1982), Pasinetti (2007), Punzo & Velupillai (1996a,b) e Velupillai (1990, 1998a,b). Per un approfondimento sulla formazione di Goodwin nei primi anni a Harvard, si veda inoltre Caminati (2010).
- [2] Per quanto riguarda lo studio dell'Economia, RMG fu inizialmente particolarmente colpito dagli insegnamenti di Luchlin B. Currie, titolare a Harvard del corso di *Money and Banking*. Gli insegnamenti di Whitehead si riflessero sulla sua tesi di laurea ("A Critique of Marxism"), discussa nel 1934, mentre quelli di Currie maggiormente sulla sua tesi di dottorato ("Studies in Money, England and Wales, 1919 to 1938"), discussa nel 1941. Copie di entrambe le tesi sono consultabili presso la Sezione Archivi della Biblioteca della Facoltà di Economia "Richard M. Goodwin" dell'Università di Siena.
- [3] Si veda la discussione in Di Matteo & Sordi (2008).
- [4] Nell'*Archivio Goodwin* sono disponibili un gran numero di minute di lezioni risalenti a questo periodo. Queste minute spaziano dal tema della pianificazione economica dell'India – basate sulla collaborazione di RMG, nel 1956, al secondo piano quinquennale indiano durante la quale aveva partecipato alla costruzione della prima *matrice input-output* per l'economia indiana – a lezioni di economia keynesiana – basate sulla macchina di Phillips del prodotto nazionale. Quest'ultima, ideata da Phillips nel 1949 e da lui utilizzata come strumento didattico alla *London School of Economics*, consisteva in una macchina idro-meccanica analogica impiegata per spiegare la natura e scopo delle politiche di stabilizzazione. Per un approfondimento, si vedano i contributi in Leeson (2000), in particolare l'articolo postumo di RMG ("A superb explanatory device", pp. 118-120), e la testimonianza di Velupillai (1998, pp. 18 e 20).
- [5] Questo è stato sottolineato con veemenza da Luigi Pasinetti in un articolo in memoria di Goodwin pubblicato nel novembre 1996 sul *Cambridge Journal of Economics* – rivista di cui Goodwin era stato tra i *patron* sin dalla nascita nel 1977 – e riprodotto in Pasinetti (2007, Cap. 7).

BIBLIOGRAFIA

- Caminati M., "Function, mind and novelty: organismic concepts and Richard M. Goodwin formation at Harvard, 1932 to 1934" in *European Journal of the History of Economic Thought*, in corso di stampa, 2010.
- Desai M., Henry B., Mosley A., Pemberton M., "A clarification of the Goodwin model of the growth cycle" in *Journal of Economic Dynamics and Control*, 30, pp. 2661-2670, 2006.
- Di Matteo M. (ed.), "Celebrating R.M. Goodwin's 75th birthday", *Quaderni del Dipartimento di Economia Politica*, No. 100, Università di Siena, Siena, 1990.
- Di Matteo M., "Richard Murphey Goodwin" in *A Biographical Dictionary of Dissenting Economists*, Arestis P. and Sawyer M. editors, Edward Elgar, Aldershot, 2nd edition 2000, pp. 240-249.
- Di Matteo M., Filippi F., Sordi S., "The confessions of an unrepentant model builder: Rummaging in Goodwin's archive" in *Structural Change and Economic Dynamics*, 17, 2006, pp. 400-414.
- Di Matteo M., Sordi S., "Un pioniere nel campo della dinamica economica nelle due Cambridge: le scelte di Goodwin nel periodo 1949-1952" in *Gli archivi e la storia del pensiero economico*, Barucci P., Costabile L., Di Matteo M. (a cura di), Il Mulino, Bologna, 2008, pp. 201-231.
- Flaschel P., *The Macrodynamics of Capitalism. Elements for a Synthesis of Marx, Keynes and Schumpeter*, Springer Verlag, Berlin, 2009.
- Goodwin R.M., "Multiplier effects of a balanced budget: The implication of a lag for Mr. Haavelmo's analysis" in *Econometrica*, 14, 1946a, pp. 150-151.
- Goodwin R.M., "Innovations and the irregularity of economic cycles" in *Review of Economic Statistics*, 28, 1946b, pp. 95-104.
- Goodwin R.M., "Dynamical coupling with especial reference to markets having production lags" in *Econometrica*, 15, 1947a, pp. 181-204.
- Goodwin R.M., "The multiplier" in *The New Economics. Keynes' Influence on Theory and Public Policy*, Harris S.E. editor, Alfred A. Knopf, New York, 1947b, pp. 482-499.
- Goodwin R.M., "Secular and cyclical aspects of the multiplier and the accelerator" in *Income, Employment and Public Policy. Essays in Honor of Alvin H. Hansen*, W.W. Norton & C., New York, 1948, pp. 108-132.
- Goodwin R.M., "The multiplier as matrix" in *Economic Journal*, 59, 1949, pp. 537-555.
- Goodwin R.M., "A non-linear theory of the cycle" in *Review of Economics and Statistics* 32, 1950a, pp. 316-320.

- Goodwin R.M., "Does the matrix multiplier oscillate?" in *Economic Journal*, 60, 1950b, pp. 764-770.
- Goodwin R.M., "The non-linear accelerator and the persistence of business cycles" in *Econometrica*, 19, 1951a, pp. 1-17.
- Goodwin R.M., "Iteration, automatic computers, and economic dynamics" in *Metroeconomica*, 3, 1951b, pp. 1-7.
- Goodwin R.M., "Econometrics in business-cycle analysis" in A.H. Hansen, *Business Cycles and National Income*, W.W. Norton & C. Inc., New York, 1951c, pp. 417-468.
- Goodwin R.M., "A growth cycle" in *Socialism, Capitalism and Economic Growth*, Feinstein C.H. editor, Cambridge University Press, Cambridge, 1967, pp. 54-58.
- Goodwin R.M., *Elementary Economics from the Higher Standpoint*, Cambridge University Press, Cambridge, 1970.
- Goodwin R.M., *Essays in Economic Dynamics*, MacMillan, London, 1982a.
- Goodwin R.M., *Saggi di analisi economica dinamica* (a cura di Lionello F. Punzo), La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1982b.
- Goodwin R.M., *Essays in Linear Economic Structures*, MacMillan, London, 1983.
- Goodwin R.M., "Economia matematica: una visione personale" in *Il mestiere di economista. Profili autobiografici I*, Kregel, J.A., (a cura di) Einaudi, Torino, 1988, pp. 157-167.
- Goodwin R.M., "The multiplier/accelerator discretely revisited" in *Growth Cycles and Multisectoral Economics: The Goodwin Tradition*. Ricci G., Velupillai K. editors, Springer Verlag, Berlin, 1988, pp. 19-29.
- Goodwin R.M., *Essays in Non-linear Economic Dynamics. Collected Papers 1980-1987*, Verlag Peter Lang, Frankfurt am Main, 1989.
- Goodwin R.M., *Chaotic Economic Dynamics*, Clarendon Press, Oxford, 1990a.
- Goodwin R.M., *Selected Paintings*, a cura di Gisela Barche, La Nuova Immagine Editrice, Siena, 1990b.
- Goodwin R.M., "Shumpter, Keynes and the theory of economic evolution" in *Journal of Evolutionary Economics*, 1991, pp. 29-47.
- Goodwin R.M., "A chaotic reformulation of multiplier-accelerator models" in *Nonlinearities, Disequilibria and Simulation*, Velupillai K. editor, MacMillan, London, 1992a, pp. 291-301.
- Goodwin R.M., "A dynamic analysis of industrial capitalism" in *Beyond the Steady State. A Revival of Growth Theory*, Halevi J., Laibman D. and Nell E.J. editors, MacMillan, London, 1992b, pp. 291-301.
- Goodwin, R.M., Punzo L.F., *The Dynamics of a Capitalist Economy*, Polity Press, Cambridge, 1987.
- Harcourt G.C., "A twentieth-century eclectic: Richard Goodwin" in *Journal of Post-Keynesian Economics*, 7, 1985, pp. 410-421.
- Keynes J.M., *The General Theory of Employment, Interest and Money*, London, MacMillan, 1936.
- Le Corbeiller Ph., "Two-stroke oscillators" in *IRE Transactions on Circuit Theory*, 7, 1960, pp. 387-398.
- Leeson R. (ed.), *A. W. H. Phillips: Collected Works in Contemporary Perspective*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- Levinson N., Smith O.K., "A general equation for relaxation oscillations" in *Duke Mathematic Journal*, 9, 1942, pp. 382-403.
- Palazzi M. (a cura di), *Intervista a un economista: Richard Goodwin, con la bibliografia degli scritti*, CLUEB, Bologna, 1982.
- Pasinetti L.L., *Keynes and the Cambridge Keynesians. A 'Revolution in Economics' to be Accomplished*, Cambridge University Press, Cambridge, 2007.
- Punzo L., Velupillai K., "Richard Goodwin, 24 February 1913 - 6 August 1996" in *Economic Notes*, n. 2, 1996a, pp. 401-405.
- Punzo L., Velupillai K., "The economy as a structurally complex, evolving dynamical system. Goodwin's contours" in *Economic Notes*, n. 2, 1996b, pp. 179-205.
- Sordi S., "'Floors' and/or 'Ceilings' and the persistence of business cycles" in *Business Cycle Dynamics. Models and Tools*, Puu T., Sushko I editors, Berlin, Springer-Verlag 2006, pp. 277-298.
- Tinbergen J., "Annual survey: Suggestions on quantitative business cycle theory" in *Econometrica*, 3, 1935, pp. 241-308.
- Velupillai K., "The (nonlinear) life and (economic) times of Richard M. Goodwin" in *Nonlinear and Multisectoral Macrodynamics. Essays in Honour of Richard Goodwin*, Velupillai K. editor, London, MacMillan 1990, pp. 7-27.
- Velupillai K., "Richard M. Goodwin: 1913-1996" in *Economic Journal*, 108, 1998a, pp. 1436-1449.
- Velupillai K., "The vintage economist" in *Journal of Economic Behavior and Organization*, 37, 1998b, pp. 1-31.
- Velupillai K., "A disequilibrium macrodynamics model of fluctuations" in *Journal of Macroeconomics*, 28, 2006, pp. 752-767.