

#### **Appendice 4. Un modello epidemiologico dell'uso problematico di eroina che permette la descrizione delle ondate epidemiche e la valutazione dell'efficacia della terapia HAT, se applicata a livello generale, come in Svizzera.**

##### **Premessa**

*Modelling can be a valuable complementary tool for policy decisions and can be especially useful at levels of larger aggregation (national, international). It is often, however, not well understood, both because non-modellers may have little understanding or interest in the mathematical presentations of modellers, and because modellers may have little understanding or interest in the practical consequences of their work and its relation to other disciplines, often being more interested in theoretical mathematical advances. Part 1 aims to discuss the potential for modelling in drug epidemiology in a manner accessible to non-modellers. (EMCDDA, Monograph 6, 2001, p. 17, <https://www.europeansources.info/record/modelling-drug-use-methods-to-quantify-and-understand-hidden-processes/>).*

La modellistica *matematica* può essere un prezioso strumento di supporto alle decisioni politiche e può essere particolarmente utile a livelli di aggregazione più ampia (nazionale, internazionale). Spesso, tuttavia, non è ben compresa, sia perché i non modellisti possono avere scarsa comprensione o interesse per le presentazioni matematiche dei modellisti, sia perché i modellisti possono avere scarsa comprensione o interesse per le conseguenze pratiche del loro lavoro e la sua relazione con altre discipline, essendo spesso più interessati ai progressi matematici teorici. La parte 1 mira a discutere il potenziale della modellizzazione nell'epidemiologia delle droghe in un modo accessibile ai non modellisti

Questa citazione spiega l'importanza dell'uso della Matematica per costruire le basi quantitative delle decisioni, anche politiche, come tratteggiato, già molti decenni fa, da alcuni importanti pensatori (ad es., per citare un grande scienziato matematico ed economista italiano: [http://www.brunodefinetti.it/index\\_it.htm](http://www.brunodefinetti.it/index_it.htm)). E' noto che soprattutto in campo macroeconomico, i modelli matematici sono ampiamente usati in tutti i paesi e presso le grandi istituzioni internazionali pubbliche e private; ma essi sono anche più efficaci in campo biomedico, anche se l'utilizzo più recente e più complesso li rende meno diffusi, e non molto utilizzati, nelle decisioni politiche, soprattutto in Italia.

All'inizio dell'attività dell'Osservatorio europeo sulle droghe e tossicodipendenze (EMCDDA, <http://www.emcdda.europa.eu/>), Richard Hartnoll, epidemiologo e biostatistico inglese, autore del passo citato, ne coordinava il lavoro scientifico, in cui rientrava anche la Monografia 6 sui modelli matematici dell'uso e del commercio delle sostanze illegali (le "droghe" come comunemente si dice in Italia). Con analoga impostazione, nel 2000 (22-24 maggio) organizzò, con la collaborazione della Technical University di Vienna, un convegno dal titolo *Dynamic drug policy: Understanding and controlling drug epidemics*, che si tenne presso l'allora United Nations International Drug Control Programme (UNDCP), ora United Nations Office of Drug and Crime (UNODC, <https://www.unodc.org/unodc/en/unodc.html>) di Vienna. Dai lavori del convegno scaturì un numero speciale della rivista Bulletin on Narcotics contenente i lavori presentati sui diversi tipi di modelli ([https://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/bulletin/bulletin\\_2001-01-01\\_1.html](https://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/bulletin/bulletin_2001-01-01_1.html)).

I modelli presentati permettevano di quantificare e analizzare, a livello di intera popolazione, le ipotesi relative agli effetti combinati della prevenzione, del trattamento dei tossicodipendenti, della repressione del commercio e dell'uso di droghe e i principali meccanismi che determinano l'inizio e la continuazione dell'uso dell'uso.

Riportiamo qui, in estrema sintesi, un modello presentato in quell'occasione e utilizzato recentemente proprio nella valutazione a posteriori della terapia HAT.

Attraverso gli indicatori statistici e le quantità che entrano nel modello, vengono descritti gli esiti delle sperimentazioni cliniche di HAT, già riportati nella letteratura, ma in modo frammentario: miglioramento della salute dei soggetti in terapia, miglioramento della Salute pubblica, risparmi derivanti dalla cessazione dei comportamenti criminali dei soggetti sottratti all'uso dell'eroina nel mercato nero, ecc. In sostanza, con poche formule matematiche abbastanza semplici è possibile sintetizzare i risultati relativi alla valutazione di HAT riportati in centinaia di articoli in letteratura (bibliografia dell'Appendice 3).

I risultati ottenuti sono disponibili online (al presente, come preprint) tra le presentazioni del XIII Congresso della International Society for the Study of Drug Policy (ISSDP), tenutosi a Parigi, 22-24 maggio 2019, <https://www.issdp.org/conferences-and-events/>).

## **1. I modelli matematici della diffusione dell'uso di droghe e fenomeni correlati**

La diffusione di uso di una sostanza illegale è un fenomeno "epidemico", ossia si diffonde come una malattia infettiva. La prima testimonianza su questo risale a oltre 40 anni fa (Hunt e Chambers, 1976) e riguarda proprio la diffusione dell'uso di eroina negli USA.

I meccanismi che regolano la diffusione del consumo di droga e quella delle malattie infettive sono simili: in queste ultime, il "contagio" è provocato dal passaggio da un individuo all'altro di virus o batteri dannosi; per il consumo di droga, tale funzione è invece svolta dalla "trasmissione della conoscenza" relativa ai presunti "effetti benefici" generati dall'assunzione di una sostanza analgesica o euforizzante e dalla curiosità di provarla. Nel caso di sostanze come le droghe proibite, oltre ai contatti fra consumatori in essere e potenziali, un ruolo chiave nella trasmissione è svolta da coloro che ad essa hanno un interesse economico, ovvero gli "spacciatori", che in buona parte sono utilizzatori problematici che si danno a tale attività per autofinanziare i propri acquisti.

Un'epidemia è un fenomeno tipicamente "collettivo", dunque necessita di un trattamento su base statistica; esso presuppone la formulazione di uno schema che descriva i principali aggregati (numero di soggetti ammalati ed esposti, intensità dei contatti fra loro, fattori fisico-ambientali che facilitano o ostacolano la trasmissione, fattori sociali ed interventi regolabili che possono influenzare i contatti, ecc.) e soprattutto le relazioni fra di essi. La Matematica è strumento principe di formulazione di tali schemi, i cosiddetti "modelli epidemiologici"; essi possono ridursi a semplici relazioni di proporzionalità fra i grandi aggregati suddetti ovvero svilupparsi in complesse descrizioni "dinamiche" (i.e. di tipo evolutivo nel tempo), che si avvalgono del "calcolo differenziale e integrale" o dei "processi aleatori". L'utilità dei modelli epidemiologici sta anzitutto nel chiarire il peso relativo delle diverse variabili in gioco, ma soprattutto risiede nella possibilità di effettuare previsioni sullo sviluppo dell'epidemia, in presenza o assenza di interventi (cure, isolamento, vaccinazioni, igiene, istruzione) attivabili dall'esterno.

L'approccio epidemiologico coconsente quindi di modellare i dati disponibili, relativi essenzialmente alle conseguenze "visibili" del consumo di stupefacenti, e di effettuare le valutazioni di impatto delle politiche "antidroga" a breve e medio termine. Nel campo dell'uso di sostanze illegali, i modelli epidemiologici sono utili, oltre che per valutazioni preventive (a priori) e susseguenti (a posteriori) di tendenze del fenomeno e di efficacia di interventi, anche per stimare le fondamentali quantità che, data l'illegalità del fenomeno, sono inevitabilmente "nascoste": numero di consumatori, quantità consumate, introiti della criminalità, ecc..

Nel caso delle epidemia da droga, un problema cruciale risiede nella forte incompletezza dei dati disponibili, perché il consumo di droga è fortemente stigmatizzato, spesso vietato, e di conseguenza è nascosto; ancor di più lo sono il traffico e spaccio di droga, puniti come reati in tutti i paesi.

Purtroppo è diffusa, nelle statistiche governative ufficiali, la prassi di misurare solo le quantità visibili, con limitate stime delle quantità occulte. Di conseguenza, tutti i fenomeni economici e sociali "informali" o decisamente "illegali", come le droghe, possono presentare vari gradi di sottostima nelle statistiche ufficiali, ammesso che vi rientrino. Due quantità palesemente decisive come il numero di utilizzatori di una certa sostanza e le quantità totali consumate sono sistematicamente incerte. È pertanto imprescindibile sviluppare metodi appropriati che consentano di stimare l'entità reale del fenomeno e le sue dinamiche. Essi si avvalgono di cosiddetti "dati osservazionali secondari" disponibili da varie fonti, che sono null'altro che informazioni statistiche raccolte regolarmente dai servizi pubblici nei loro ordinari compiti e riferibili a fenomeni "droga-correlati": dati su soggetti che entrano in trattamento; sequestri di droga; arresti e procedimenti giudiziari; decessi correlati alla droga.

I modelli sono quindi strumenti indispensabili per porre il processo decisionale su politiche e interventi, su solide basi, se lo si vuole e se si è in grado.

Già un modello piuttosto semplice è adeguato per prevedere a priori o verificare a posteriori l'efficacia di HAT per la salute dell'assistito, per la salute pubblica e per la riduzione delle azioni criminali.

## **2. Il modello epidemiologico "Mover-Stayer" per la diffusione dell'uso di eroina.**

Per la valutazione degli interventi di controllo del fenomeno, ovvero delle cosiddette politiche antidroga, utilizzeremo un tipo di modello di diffusione dell'uso di droghe "problematiche", usato inizialmente per la diffusione di una vera epidemia, quella di AIDS, e poi usato nell'ambito di progetti europei in collaborazione con EMCDDA, (Rossi, in collaborazione anche con altri ricercatori, 1991,...2004); e valuteremo, in particolare, un intervento specifico di terapia ovvero la somministrazione sotto controllo medico dell'eroina (Heroin Assisted Treatment = HAT) come riportato in Rossi (2019).

L'impatto di questa terapia risulta molto positivo, in particolare nel controllo della diffusione del consumo di eroina. Le evidenze scientifiche derivano da diversi studi specifici, in particolare vari "randomized clinical trials", disponibili in letteratura e, recentemente, riassunti in RAND (2018), la cui bibliografia è riportata completa nell'Appendice 3.

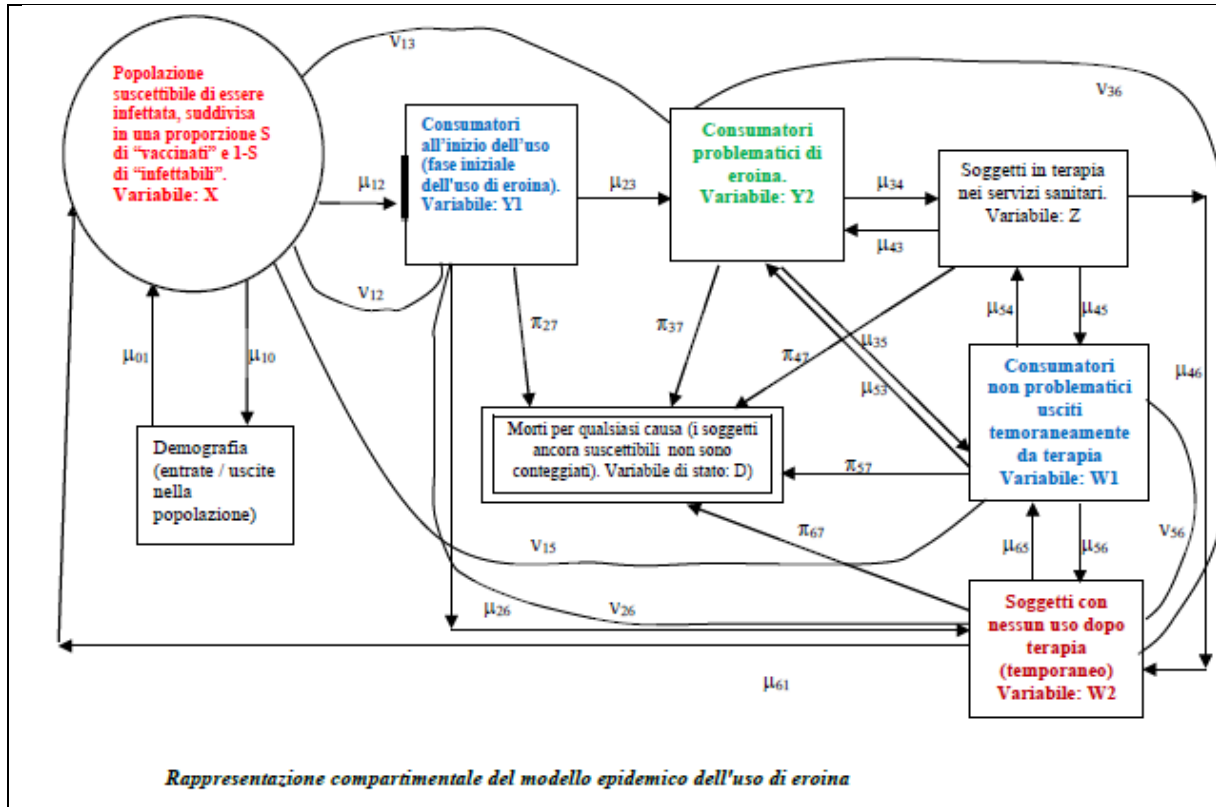
Tali studi consentono di identificare le variabili di stato e i parametri del modello, che sono influenzati (positivamente) da HAT.

Lo schema generale del modello è nella Figura 1. La popolazione del territorio in esame viene suddivisa in compartimenti (che raggruppano i soggetti considerati omogenei per qualche aspetto di interesse) e le relative variabili che entrano nelle equazioni del modello. Poiché il "contagio" fra soggetti è il fattore critico della diffusione, nei compartimenti azzurri sono ricompresi i soggetti consumatori che ne "adescano" altri in misura mediamente modesta e nel compartimento verde quelli che invece, essendo consumatori problematici, hanno una forte propensione al coinvolgimento di altri nel consumo per motivi finanziari. I compartimenti rossi contengono soggetti non utilizzatori; i compartimenti neri descrivono i soggetti in ingresso e uscita rispetto all'esterno o in terapia.

Un modello deve saper trascurare aspetti meno rilevanti per rappresentare in modo più semplice ed efficace gli aspetti veramente rilevanti.

Un buon modello deve limitare più possibile il numero di compartimenti e in questo modello si trascura, per esempio, il sesso e l'età dei soggetti studiati, che influiscono sì sul fenomeno da studiare, ma in modo trascurabile rispetto ad altre caratteristiche, come l'uso dell'eroina (problematico sì/no), terapia (sì/no) e, per la popolazione dei non utilizzatori, l'essere disposti (sì/no) all'uso di eroina.

Figura 1. Schema grafico del modello “Mover-Stayer” della diffusione dell’uso di eroina.



### 2.1. Variabili e parametri del modello

- Le variabili (X, Y, Z, W) sono la misura del numero di soggetti con la caratteristica indicata, tecnicamente si chiama “prevalenza”; la variabile D conta i decessi (uscite definitive) da qualunque stato;
- Considerata la popolazione di non utilizzatori, la variabile S misura la quota di soggetti immuni rispetto all’uso di eroina, i cosiddetti Stayers; i soggetti non immuni, i cosiddetti Movers, rappresentano naturalmente una quota 1-S;
- Le frecce indicano le modifiche di stato dei soggetti (passaggi tra compartimenti) e i corrispondenti simboli matematici (le lettere greche  $\mu$ , con pedici) indicano le frequenze di passaggio in un anno e costituiscono i cruciali “parametri” del modello;
- Le linee curve rappresentano le intensità dei passaggi di compartimento, per interazione fra soggetti collocati in compartimenti differenti, in particolare fra soggetti utilizzatori e non utilizzatori che vengono “adescati”; i corrispondenti simboli matematici (le lettere greche  $\nu$ , con pedici) rappresentano l’intensità dell’interazione (adescamento per la droga o passaggio di infezione per le malattie infettive) e sono anch’essi parametri del modello;
- I simboli matematici con lettere greche  $\pi$ , con pedici, rappresentano i parametri che misurano le intensità di decesso, molto diverse dai diversi stati; per esempio sappiamo dallo studio VedETTE che  $\pi_{47}$  è molto minore di  $\pi_{37}$ .

La descrizione dell’andamento del fenomeno nel tempo implica che tutte le variabili siano rappresentate come funzioni:  $X(t)$ ,  $S(t)$ ...ecc. Il modello considera che gli ingressi/uscite demografici nella/dalla popolazione siano distinti in Stayers e Movers in base alle proporzioni costanti  $S_0$  e  $1-S_0$  (ipotesi di stazionarietà), con  $0 < S_0 < 1$ . Si potrebbero fare rifiniture, ma si complicherebbe molto il modello e inoltre non si dispone di

informazioni così specifiche da considerare una variabilità nel tempo di  $S_0$  come discenderebbe dal considerare gli effetti di qualche intervento di controllo specifico di cui si conosce l'efficacia. Sulla base del grafico di Figura 1 si possono scrivere le equazioni del modello (un "linguaggio universale") e poi studiarle o simulare l'andamento in corrispondenza a valori diversi dei parametri dovuti a ipotetici interventi di controllo (analisi di scenario).

## 2.2. Importanza dei parametri del modello

Gli interventi politici modificano i valori dei parametri e, quindi, l'andamento del fenomeno previsto dal modello. Per esempio, un intervento come la legge Fini-Giovanardi diminuisce il valore di  $\mu_{34}$ , traduzione matematica del fatto che rimangono più soggetti nel compartimento degli utilizzatori problematici per gli ostacoli agli ingressi in terapia; e questo comporta l'aumento dei soggetti con parametro di morte  $\pi_{37}$ , ovvero dei decessi di overdose (ben verificato sui dati disponibili) e soprattutto dei parametri di tipo  $v$ , ovvero degli adescamenti di soggetti non ancora (o non temporaneamente) utilizzatori.

Invece, l'intervento HAT aumenta il valore di  $\mu_{34}$  e  $\mu_{54}$  e diminuisce quello di  $\mu_{45}$  e questo fa diminuire i decessi  $\pi_{37}$  e gli adescamenti  $v$ .

## 2.3. Studio dell'andamento dell'epidemia in base al modello

Dalle equazioni, più estesamente riportate e spiegate sul Bulletin on Narcotics, si può ricavare un "indicatore epidemiologico", denotato con  $\rho$ ; esso ha un'espressione non semplicissima, ma è decisivo in quanto riassume l'andamento epidemico (espansivo, molto preoccupante, che necessita di innovative misure di contrasto) ovvero endemico (stabile).

La formula per calcolarlo a qualunque tempo  $t$  è:

$$\begin{aligned} \rho(t) &= 1 - \frac{S(t+dt)}{S(t)} \\ &= \left[1 - \frac{S_0}{S(t)}\right] \frac{\mu_{01}X(t) + \mu_{71}W_2(t)}{X(t+dt)} - \frac{X(t)}{X(t+dt)} [1 - S(t)] [\mu_{12} + v_{12}Y_1(t) + v_{13}Y_2(t) + v_{16}W_1(t)] \end{aligned}$$

L'analisi qualitativa e quantitativa dell'epidemia si basa sullo studio della funzione  $\rho(t)$ , ovvero dell'indicatore epidemiologico nel tempo.

In particolare si dimostra che, se  $\rho(t) < 0$ , l'epidemia, al tempo  $t$ , sta diffondendosi, dato che  $S(t)$  è crescente ovvero i Movers si spostano nel compartimento degli utilizzatori; mentre se  $\rho(t) \geq 0$  l'epidemia sta diminuendo o è in fase endemica, infatti  $S(t)$  è decrescente per l'ingresso dei nuovi Movers per la dinamica demografica, che per un periodo rimangono non utilizzatori, soprattutto se sono diminuiti gli "adescatori" per la terapia efficace.

Perché un intervento "politico" sia definitivamente efficace occorre che i parametri, e di conseguenza le variabili, siano tali che  $\rho$  rimanga sempre maggiore o uguale a zero.

Se si semplifica l'equazione, si ottiene che  $\rho$  sarà maggiore o uguale a zero se:

$$\left[1 - \frac{S_0}{S(t)}\right] \frac{\mu_{01}X(t) + \mu_{71}W_2(t)}{X(t+dt)} \geq \frac{X(t)}{X(t+dt)} [1 - S(t)] [\mu_{12} + v_{12}Y_1(t) + v_{13}Y_2(t) + v_{16}W_1(t)].$$

dove

$$\left[1 - \frac{S_0}{S(t)}\right] \frac{\mu_{01}X(t) + \mu_{71}W_2(t)}{X(t+dt)} \quad [1]$$

rappresenta il contributo demografico alla dinamica della popolazione di interesse, dato che contiene le variabili di stato che non influenzano la diffusione dell'epidemia. Invece, la seguente espressione è il contributo epidemico, poiché contiene le variabili di stato relative ai compartimenti che rappresentano il contributo degli infettivi alla diffusione dell'epidemia (la quota di Movers al tempo  $t$  che, se si utilizza un intervento risolutivo, può anche diventare uguale a 0), e i relativi parametri:

$$\frac{X(t)}{X(t+dt)} [1 - S(t)] [\mu_{12} + \nu_{12}Y_1(t) + \nu_{13}Y_2(t) + \nu_{16}W_1(t)] \quad [2]$$

Per tenere sotto controllo la diffusione dell'uso della sostanza è necessario intervenire per ridurre più possibile il termine epidemico [2] a parità di termine demografico [1], utilizzando interventi che modifichino opportunamente i parametri che compaiono nella formula e, di conseguenza, le variabili  $Y_1$ ,  $Y_2$  e  $W_1$  dei soggetti adescanti. In particolare è importante influenzare i parametri che rappresentano i passaggi verso i compartimenti delle variabili:  $Y_1$ ,  $Y_2$  e  $W_1$ . Ciò significa, in particolare, aumentare  $\mu_{34}$  (diminuzione di  $\mu_{45}$ ), che rappresenta una maggiore velocità nell'entrare in terapia senza tornare indietro; inoltre, ridurre  $\mu_{45}$  (con aumento di  $\mu_{54}$ ) che riflette un tempo più lungo dedicato alla terapia (ritenzione in terapia). Al fine di ridurre  $\nu_{12}$  è necessario effettuare efficaci interventi di prevenzione generale (primaria). Gli interventi preventivi sono analoghi agli interventi di vaccinazione per le malattie infettive, poiché aumentano la percentuale di soggetti che rimangono immuni riducendo i passaggi al compartimento degli utilizzatori: diminuiscono i Movers e aumentano gli Stayers.

Ora, noi registriamo negli ultimi anni, in tutti i paesi occidentali, una ripresa del consumo di eroina, oltre ad altri oppioidi anche di origine chimica (fonti: OCSE 2019<sup>1</sup> ed altre). Ciò ha dimostrato che le politiche trentennali, adottate in tutti i paesi considerati, non erano adeguate. Per chiarire, viene riportata una citazione della importantissima rivista *Lancet*, molto significativa e relativa alla situazione in Canada, paese dove le informazioni di base sono ricche e dettagliate.

"Un'indagine del coroner capo nella British Columbia, in Canada, ha messo in luce un "numero eccessivamente elevato "di decessi correlati a un problema di droga" molto reale e molto grave" e ha raccomandato misure non convenzionali per ridurre la mortalità. 25 anni fa, nel 1993, il numero di decessi correlati alla droga nella British Columbia aveva raggiunto il picco di 330. Oggi, l'epidemia di decessi principalmente correlati agli oppioidi in Canada è molto peggiore di quanto non fosse un quarto di secolo fa. Nel 2017, ci sono stati 1473 decessi correlati alla droga nella British Columbia e 3996 in Canada in totale - un aumento di oltre il 400% dal 1993 - e questi decessi ora rappresentano una mortalità sostanzialmente maggiore rispetto agli incidenti automobilistici e altre principali cause di premature morti “.

Il ritorno dei decessi osservato a distanza di 25 anni (una generazione, all'incirca) è esattamente quello generalmente previsto dal modello: esso descrive matematicamente come, per lo sviluppo di una nuova ondata epidemica, sia necessario un infoltimento del gruppo sensibile (Movers), in modo consistente rispetto gli ingressi nella popolazione (nascite, immigrazioni..).

È quindi essenziale comprendere quali aspetti della politica relativa ai consumatori e, in particolare, ai tossicodipendenti da eroina sono stati applicati nell'unico paese, la Svizzera, che non mostra la seconda ondata epidemica di uso di eroina come gli altri paesi occidentali.

---

<sup>1</sup> <https://www.oecd.org/health/addressing-problematic-opioid-use-in-oecd-countries-a18286f0-en.htm>.

Consideriamo una citazione dal libro dell'OCSE a pagina 37-38 in cui sono descritte le terapie per i tossicodipendenti da eroina:

... L'eroina con somministrazione controllata è un'alternativa che è stata utilizzata per pazienti selezionati refrattari al trattamento standard. Recensioni (Ferri, Davoli e Perucci 2011; Strang et al. 2015) hanno mostrato che l'eroina controllata, insieme a dosi flessibili di metadone in un programma di mantenimento, può aiutare questi pazienti a rimanere in trattamento (diminuzione di  $\mu_{45}$  e di  $W_1$ ), limitare l'uso di droghe di strada (diminuzione di  $Y_1$ ,  $Y_2$  e  $W_1$ ), ridurre il coinvolgimento in attività criminali (diminuzione di  $v_{12}$ ,  $v_{13}$  e  $v_{16}$  e di altre attività criminali svolte per guadagnare come furto, scippo ecc., non inserite esplicitamente nel modello, ma che in Italia vengono svolte altrettanto) e anche ridurre la mortalità (dipende dalla più lunga permanenza in terapia). Inoltre, la terapia assistita di eroina mostra un vantaggio in termini di riduzione dei costi attribuibile principalmente alla riduzione del costo delle procedure di polizia, penali e di reclusione.

Consideriamo ora più in dettaglio come i singoli risultati della valutazione di HAT, riportati separatamente in OCSE, si riflettono sulle variabili di stato e sui parametri del modello e influenzano l'indicatore  $\rho(t)$ .

Un aspetto particolare, considerato nei documenti di valutazione, è la ritenzione nel trattamento che risulta significativamente più elevata se, tra le possibili terapie per i tossicodipendenti da eroina, anche l'HAT è incluso per soggetti specifici; in termini di modello, e questo implica un valore maggiore per la variabile Z (soggetti in terapia) e inferiore per  $W_1$  (recidivi).

Anche il numero di soggetti  $Y_2$  è ridotto in quanto vi è una maggiore afferenza di tali soggetti in terapia (i tossicodipendenti da eroina, che avevano fallito con altre terapie sostitutive, con HAT erano in grado di rientrare e rimanere in trattamento). Anche coloro che commerciavano droghe per ottenere il denaro diminuiscono ( $Y_2$  e  $W_1$ ); quindi, diminuisce il contatto con i "non vaccinati" nella popolazione a rischio di infezione, quindi anche la variabile  $Y_1$ . Questi effetti implicano a loro volta l'aumento di  $\mu_{34}$  (diminuzione di  $\mu_{45}$ ), che comporta una maggiore velocità nell'entrare in terapia senza tornare indietro; inoltre ridurre  $\mu_{45}$  (con aumento di  $\mu_{54}$ ) implica un tempo più lungo dedicato alla terapia. Da tutti questi risultati consegue infine che la probabilità di avere un "indicatore epidemiologico favorevole" ( $\rho(t) \geq 0$ ) aumenta per effetto di HAT, quindi la meno pericolosa fase endemica si protrae senza degenerare in epidemica, come si osserva proprio in Svizzera dall'andamento (endemico) delle overdosi.

Si può concludere che HAT è molto utile per ottenere  $\rho(t) \geq 0$  e cioè una fase endemica lunga o addirittura in stazionaria, come si osserva finora in Svizzera.

Analoghi conclusioni si raggiungono esaminando la pubblicazione del 2018 di RAND, dove si riportano i risultati dei vari studi condotti sulle sperimentazioni di HAT condotte in vari paesi, analoghi a quelli riportati nel volume OCSE 2019, ma in modo più frammentario.

Il risultato importante che si è ottenuto sulla base del modello ci permette di dire che, oltre ai risultati statistici delle sperimentazioni RCT e rilevazioni amministrative di dati relativamente agli aspetti criminali e conseguenze di giustizia e carcerazione, riportati nelle pubblicazioni (moltissime) disponibili e, in particolare, riassunti in RAND (2018), abbiamo utilizzato lo strumento matematico che permette di identificare i parametri fondamentali sulla cui modifica puntare per controllare il fenomeno legato a traffico, spaccio e uso di eroina in modo efficace e bloccare lo sviluppo della seconda ondata epidemica.

In più, lo strumento matematico permette di identificare i parametri critici per la diffusione; sulla cui modifica, con interventi esterni, occorre puntare per ridurre in modo efficace fenomeni legati a traffico,

spaccio e uso di eroina; bloccando anzitutto lo sviluppo della seconda ondata epidemica, questione oggi giorno prioritaria.

HAT è dimostato anche matematicamente come efficace per la salute e la spesa pubblica innanzitutto; e, in via indiretta, è efficace anche per ridurre il potere finanziario della criminalità organizzata, che attraverso il riciclaggio e la corruzione, ha gravi conseguenze anche sull'economia legale e sulla società tutta.

### **Bibliografia**

EMCDDA, Monograph 6 "Modelling drug use: methods to quantify and understand hidden processes", Lisbona 2001;

Ferri M, Davoli M, Perucci CA., Heroin maintenance for chronic heroin-dependent individuals. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011 Dec 7;(12):CD003410. Review. PMID: 22161378.

Hunt L.G. e Chambers C.D., *The Heroin Epidemics*, New York, Spectrum Publications, 1976.

Kilmer B., Taylor J., Caulkins J.P., Mueller P.A., Ober A.J., Pardo B., Smart R., Strang L., Reuter P.H.

*Considering Heroin-Assisted Treatment and Supervised Drug Consumption Sites in the United States*. RAND, 2018 ([https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR2693.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2693.html));

Rossi C., A stochastic mover-stayer model for HIV epidemic, *Mathematical Biosciences*, 1991, 521-545;

Rossi C. and Schinaia G., The Mover/Stayer Model for the HIV/AIDS Epidemic in Action, *INTERFACES*, vol. 28, no. 3, 1998, 127-143;

Rossi C., Estimating the prevalence of injecting drug users on the basis of Markov models of the HIV/AIDS epidemic: applications to Italian data, *Health Care Management Science*, 2, 1999, 173-179;

Rossi C., A Mover-Stayer type model for epidemics of problematic drug use, *United Nations Bulletin on Narcotics*, Vol. LIII, Nos 1-2, 2001, 39-64;

Rossi C., The role of dynamic modelling in drug abuse epidemiology, *United Nations Bulletin on Narcotics. Drug Abuse Epidemiology: Science and Practice*, Volume No. LIV, No.s 1 and 2. 2002, 33-44.

Rossi C, Operational models for epidemic of problematic drug use: the Mover-Stayer approach to heterogeneity, *Socio-Economic Planning Sciences*, 2004, 38, 73-90 ([https://www.academia.edu/13150470/Operational\\_models\\_for\\_epidemics\\_of\\_problematic\\_drug\\_use\\_the\\_Mover\\_Stayer\\_approach\\_to\\_heterogeneity](https://www.academia.edu/13150470/Operational_models_for_epidemics_of_problematic_drug_use_the_Mover_Stayer_approach_to_heterogeneity));

Rossi C., Epidemiological models of heroin epidemics and social outcomes to evaluate Illicit Drug Policy in various countries, 2019, lavoro presentato alla 13th Conference of the International Society of the Study of Drug Policy, Paris 2019, (preprint <http://www.issdp.org/wp-content/uploads/2019/04/Epidemiological-models-of-heroin-epidemics-and-social-outcomes-to-evaluate-illicit-drug-policy-in-various-countries.pdf>; <http://www.ce3s.eu/2019/04/18/seconda-epidemia-di-eroina/>);