



**scienzainrete**

il gruppo 2003 per la ricerca scientifica

# Un modello di simulazione agent-based: applicazioni alla scuola e al mondo del lavoro

**COVID-19/Epidemiologia**

**di Pietro Terna**

- **FACEBOOK**
- **TWITTER**

Publicato il 29/06/2020 Tempo di lettura: 21 mins



Eilidh Barnardo (1911–1994), *Crowded Pavement*, The Shire Hall Gallery. Photo credit: Staffordshire Archives & Heritage

**NUMERI**  
**SALUTE**

# Modelli per previsioni o come strumenti per ragionare?

La nipotina Caterina, di 9 anni, che – come tutti i bambini – mentre gioca e traffica, ascolta e poi ci ripensa, se n'è uscita con "Il nonno prevede il futuro con il suo giochino". Mi fa sentire come il professor Meraviglia del *Mago di Oz* e mi diverte molto ... In realtà non prevedo nulla: presento futuri possibili, nient'altro. La domanda sconcertante è: "come fai a validare il modello?"; con il commento: "se non lo validi, non serve". Ahi, la ricerca di risposte semplici e sicure a problemi complessi ...

I modelli, intesi come ricostruzioni semplificate della realtà, sono aiuti al ragionamento, da utilizzare per decidere, soprattutto quando è in gioco il bene delle persone. Quanto semplificate, quelle ricostruzioni? Per la maggior parte dei modelli è difficile tenere conto di aspetti di dettaglio, anche se molto importanti, come la diffusione del contagio nelle case di riposo, negli ospedali, nei luoghi di lavoro, nella scuola o nelle abitazioni e, certo, anche all'aperto, pur essendo più raro l'evento. Per farlo, può servire la tecnica di simulazione detta [agent-based](#) [1], con una attenta calibrazione rispetto a un ambiente reale.

Un esempio si trova nel [modello SIsaR](#) [2], che riprende la sigla SIR aggiungendo a.s. con il significato *Susceptible Infected symptomatic asymptomatic Recovered*, da cui si trae la "materia prima" per le considerazioni presentate qui. Il modello, che è anche presentato in [un canale di YouTube](#) [3], è costruito utilizzando la mia frequentazione trentennale con quel tipo di modelli e con la guida e l'aiuto dei coautori, in primo luogo di Gianpiero Pescarmona che ne ha provocato la nascita a seguito di una conversazione privata sui micro-mechanismi causali dell'infezione, da lui ben spiegati in [conferenze e scritti](#) [4]. Il tempo del Covid-19 è stato anche un momento di isolamento e di collegamenti di ricerca non consueti che, nel nostro caso hanno generato un gruppo di lavoro amicale e familiare. con competenze fortemente integrate; tutti i nomi sono nel sito del modello. Del modello si è anche parlato in [una presentazione](#) [5] nell'ambito dell'iniziativa *Carlo Alberto on Air* della Fondazione Collegio Carlo Alberto di Torino.

Esistono modelli più validi e modelli meno validi? Lo dirà con chiarezza solo il tempo, quando potremo riflettere sull'accaduto. Sin d'ora possiamo però

scartare le interpretazioni catastrofiche, [lette ormai tre mesi fa](#) [6], o anche troppo ottimistiche, come quelle arrogantemente superficiali del presidente Trump e del primo ministro Johnson, oppure ostinatamente immutabili, come nel caso del presidente del Brasile.

Certo fare previsioni è molto problematico e quindi serve altrettanta prudenza nell'enunciarle, ad esempio evitando, in italiano, il cattivo uso del solenne vocabolo *predizione* invece del modesto e più corretto *previsione*; il cattivo uso deriva molto probabilmente dalla traduzione un po' sciatta di *prediction*.

Un buon punto di osservazione è quello di Donato Greco che con [La scarsa intelligence dell'Imperial e di altri modelli](#) [7] dell'11 maggio, in *Scienza in rete*, non lesina critiche, anche nel merito. Critiche ribadite nel metodo da Maria Luisa Bianco, sempre in *Scienza in rete*, con [La Fase 2 e alcune questioni sul report governativo](#) [8], con osservazioni anche molto severe. In breve, al cittadino non è stata fornita una indicazione chiara e accessibile sui modelli che stavano alla base dei report utilizzati dal Governo per decidere. Da studioso e costruttore di modelli, aggiungo che il primo requisito di un modello è quello di essere aperto: gli altri studiosi devono poter accedere in modo analitico alla formulazione matematica e allo sviluppo informatico, nonché ai dati, che sono stati utilizzati. Esempio è il codice di condotta della [American Economic Association](#) [9] per le sue riviste scientifiche. Nel caso dei modelli ora in discussione, il rispetto di quel requisito è stato per lo più dimenticato.

#### Opportunistic Paper about COVID-19 using my Favorite Theoretical Approach

Mason A. Porter  
*University of California, Los Angeles*  
(Dated: June 16, 2020)

COVID-19 is a disease that is killing a lot of people. It really sucks. To help save the world (or at least add to my publication list), I examine the dynamics of COVID-19 transmission using my favorite theoretical approach, whether or not there is any justification or relevance for it. I do some curve fitting with previous data, and my theory seems to match the data pretty well (at least for some parameter values). I also find some evidence for universality, which may be interesting from the perspective of fundamental theory. A more practical application of my work is its influence on the signal-to-noise ratio of COVID-19 papers on preprint servers. I am here to help.

*La provocazione di Mason Porter.*

Non tutti i modelli che abbiamo visto circolare in questo periodo hanno lo stesso spessore. Il [matematico Mason Porter](#) [10] ha diffuso con un *tweet* un finto *abstract*, qui riportato nella figura, molto acuto!

# Strumenti per le scelte

I modelli sono strumenti per le scelte, solo umili strumenti, utili al politico se ben spiegati con i loro limiti e via via aggiornati e migliorati. In un bell'articolo su *Le Monde* del 18 giugno a p. 20, intitolato "L'esperto e il politico di fronte all'ignoto", Armand Hatchuel (professore dell'università MINES ParisTech) scrive che: "Recenti ricerche hanno dimostrato che, di fronte all'ignoto, la responsabilità degli esperti non è tanto quella di guidare le scelte quanto quella di organizzare l'innovazione e il progresso delle conoscenze utili". Il riferimento è a "[Inconnu et dynamiques de l'expertise](#)", numero speciale di "Entreprises et histoire", 2020/1, n. 98 [11], curato da Pascal Le Masson e Benoît Weil. Senza questa messa a fuoco dei ruoli, il rapporto tra esperti e decisori non può che alimentare il disordine delle opinioni che abbiamo purtroppo conosciuto in questi mesi.

Una severa critica ai modelli di previsione è quella pubblicata dall'*International Institute of Forecaster* con il saggio [12] "[Forecasting for COVID-19 has failed](#)" che presenta una rassegna di previsioni e dei relativi problemi [13]. La visione pericolosa è proprio quella del Mago di Oz e del suo professor Meraviglia, citato all'inizio. I modelli più utili al decisore sono quelli che consentono ragionamenti condizionati, per esplorare gli effetti possibili di scelte diverse. Devono anche operare da lente di ingrandimento, per osservare con maggiore dettaglio aspetti specifici dei problemi su cui si deve decidere, come in questo caso della pandemia il funzionamento delle Residenze Sanitarie Assistenziali, le RSA, oppure l'apertura o no della scuola o, ancora, la gestione dei luoghi di lavoro. Per operare da lente di ingrandimento, i modelli devono essere strutturati multiscala, mentre i classici modelli SIR, da cui derivano molti degli strumenti utilizzati in questa crisi, non lo sono. In una direzione molto diversa va [un recente articolo di Nicola Bellomo](#) [14]. Sin dal titolo, che con "A multi-scale model of virus pandemic: Heterogeneous interactive entities in a globally connected world" mette a fuoco l'aspetto multiscala, si comprende il rilievo di ciò che il lavoro, fondandosi su una solida base matematica, approfondisce nelle sue 78 pagine (un piccolo libro). Traducendo da pagina 10:

(...) stiamo studiando un sistema complesso che presenta caratteristiche multiscala, dove la scala microscopica, in breve micro-scala, che corrisponde alle particelle di virus e alle cellule immunitarie, induce la dinamica alla scala più alta degli individui, portatori di un'infezione (meso-scala), mentre i comportamenti collettivi sono osservati alla macro-scala di tutti gli individui. (...) la capacità di

sviluppare una difesa immunitaria è distribuita in modo eterogeneo in tutta la popolazione.

L'eterogeneità e le caratteristiche multiscala riguardano il metodo modellistico della cosiddetta teoria cinetica delle particelle attive che è già stato applicato a vari rami delle scienze comportamentali.

Si tratta di una impostazione profondamente innovativa, nei cui confronti gli autori di molti dei modelli pandemici tradizionali rischiano di essere nella stessa situazione in cui si trovarono ... gli alchimisti di fronte a chimici.

Molto interessante, come impostazione e approfondimento, e da non ascrivere al gruppo dei modelli semplici, il recentissimo lavoro [15] di Daron Acemoglu, "[Optimal Targeted Lockdowns in a Multi-Group SIR Model](#)", con la scomposizione in gruppi e la ricerca di soluzioni ottime, anch'esso assai corposo.

## Il modello SIsaR

Ritorniamo al modello SIsaR, di cui si presentano qui un insieme di risultati. Il modello tiene conto dell'eterogeneità degli agenti e impiega le scale meso e macro, in un quadro metodologico che consente di dettagliare l'ambiente in cui operano gli agenti. Come accennato, è un Agent-Based Model (ABM), cioè un complesso meccanismo informatico in cui molti "pezzettini" di software (4.350 in questo caso) che operano come *agenti*, si attivano, interagiscono, si spostano, vanno al lavoro in fabbriche, uffici, spazi commerciali, diventano infetti, guariscono, possono essere asintomatici o sintomatici e contagiare altri; vivono in residenze per anziani (le RSA di cui tanto si è detto e scritto recentemente), oppure a casa; possono essere operatori sanitari, trovarsi in ospedale ... Sono di quattro tipi: robusti, normali, fragili, molto fragili, a seconda della probabilità individuale di contrarre l'infezione dovuta al Covid-19. Fragili sono gli ultrasessantacinquenni, molto fragili i ricoverati nelle RSA, che spesso soffrono di patologie debilitanti. Anche persone tra i 55 e i 65 anni possono essere portatori di patologie e il loro numero è rilevante; se ne tiene conto tra gli agenti che lavorano. I dettagli sono tantissimi: nel modello ci sono sedici pagine di informazioni (il codice informatico, se trasferito come testo in un file, occuperebbe 35 pagine). Può contenere errori? Purtroppo sì, ma è accessibile online e essendo molti i conoscitori dello strumento che è stato utilizzato ([NetLogo](#) [16]), il controllo dei pari è largamente possibile.

Perché 4.350 agenti? Il modello è tarato su un Piemonte immaginario, ma non irrealistico, anche se le città e cittadine sono collocate a caso nella mappa. In Piemonte vivono 4.350.000 persone e quindi siamo in scala uno a mille. Molti dettagli sono però sovra-rappresentati affinché siano percepibili nella simulazione. Per esempio: in [Piemonte ci sono 784 RSA](#) [17] che, in scala a 1:1.000, produrrebbero una sola RSA nel modello. Se ne costruiscono cinque, per dare più evidenza al fenomeno, ciascuna con dieci ospiti invece dei sei che si otterrebbero calcolando in scala il totale degli anziani ospitati in case di riposo; invece, per i docenti e gli studenti i valori sono utili per l'analisi pur in scala.

Modelli puramente concettuali sono alternativamente possibili, come l'elegantissimo [Outbreak](#) [18] e certamente aiutano a comprendere un fenomeno, ma nel caso del modello SIsaR quella che si desidera sviluppare è la capacità di aiuto nel suffragare valutazioni prospettiche e anche controfattuali.

Ancora una volta: un modello di questo tipo è una macchina di ragionamento, del tipo "che cosa accade se ...", non è una sfera di cristallo da cui trarre previsioni. Nella pagina online del modello si dice:

Nota bene. In ogni serie di esperimenti avremo variabilità nei risultati, ciascuno internamente coerente. Il modello fa agire e interagire molti agenti; dal punto di vista della complessità, ogni esecuzione produce una "storia", con una sequenza specifica e unica di effetti emergenti. Gli eventi reali si comporterebbero allo stesso modo se fosse possibile ripeterli.

Esaminiamo ora alcuni dei risultati delle simulazioni, prima di tutto con l'attenzione rivolta alla apertura della scuola a settembre: il modello incorpora un calendario [19], per consentire questo tipo di operazioni.

## Analisi prospettica

La versione del modello utilizzata per gli esperimenti è la 0.9.2. Nella prima serie di 200 prove, tabella 1, la scuola, di ogni ordine e grado, a settembre resta chiusa. I dati sono sempre sdoppiati, a seconda che all'inizio della simulazione le RSA siano state colpite o no dall'epidemia. In Piemonte lo sono state, operando anche come moltiplicatori della diffusione del contagio per il tramite dei visitatori, ma avrebbe potuto anche non accadere. Nella simulazione

accade nel 30-40% degli esperimenti, quando il caso fa sì che le RSA siano state visitate da agenti infetti prima del lockdown.

Nella prima riga di ogni tabella si indicano gli esperimenti in cui l'epidemia, che nel modello segue il calendario indicato prima, termina entro il 18 agosto, data di controllo scelta immaginando che sia il termine ultimo utile per decidere sulle scuole, superato anche il lunedì successivo al weekend di Ferragosto. Si tratta del 70% dei casi; con durata media intorno ai 100 giorni o anche meno, se le RSA non sono coinvolte all'inizio. Nel modello, il giorno 100 della simulazione è il 12 maggio. Sempre nella prima riga, leggiamo che il valore cumulato degli infetti, con le RSA coinvolte all'inizio, sta intorno a 25-30, che vale 25-30mila. È quel che è successo in Piemonte, regione da cui il modello trae molti parametri. Nei casi in cui non si manifesta il problema delle RSA, gli infetti a quel traguardo sono decisamente meno di 10 (10mila). Nella realtà parrebbe che non stia succedendo, e speriamo non accada nelle prossime settimane [20], ma la simulazione mostra anche che l'epidemia, in una minoranza di casi, avrebbe potuto proseguire e per molto tempo, con tantissimi agenti infetti sintomatici e innumerevoli asintomatici, come leggiamo ai traguardi del 18 agosto e del 18 ottobre.

	con RSA colpite: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)	con RSA non colpite: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)	contagi a scuola, sint. e asint. (v. medi)		contagi fuori s. , sint. e asint. (v. medi)	
			doc.	stu.	doc.	stu.
prove concluse prima del 18 agosto (esclusi 8 casi terminati in pochi giorni)	33; 29,7; (102,5)	111; 9,2; (89,7)	doc.	stu.	doc.	stu.
18 agosto: casi aperti, n. medio sintomatici alla data	15; 166,7	33; 105,2				
18 ottobre; casi aperti; n. medio sintomatici alla data	14; 217,4	27; 172,8				
indici 18.10/18.8	0,93; 1,30	0,82; 1,64				
a fine simulazione (esclusi gli 8 casi terminati in pochi giorni)	48; 98,5	144; 50,0	0	0,01	0,58	1,26

Tabella 1 – Scuola chiusa a settembre, 200 esperimenti

I casi ancora aperti al 18 agosto, seconda riga, e ancor più al 18 ottobre, terza riga, sono molto pesanti come numero di infetti ed è ciò che sarebbe successo/succedrebbe se l'epidemia non stesse concludendosi. Quindi stiamo attentissimi a non produrre il secondo ciclo, i cui effetti nel modello [si osservano](#) [21] chiarissimamente nei casi in cui l'epidemia non si ferma tra maggio e luglio.

La quinta riga è un riepilogo di tutti i casi, con valori che mediano i casi leggeri con quelli pesanti e pesantissimi. Ne ripareremo, perché riporta anche i casi degli studenti e dei docenti contagiati.

	con RSA infette: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)	con RSA non colpite: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)	contagi a scuola, sint. e asint. (v. medi)		contagi fuori s. , sint. e asint. (v. medi)	
			doc.	stu.	doc.	stu.
prove concluse prima del 18 agosto (esclusi 7 casi terminati in pochi giorni)	41; 2,9; (99,0)	106; 6,9; (86,7)	doc.	stu.	doc.	stu.
18 agosto: casi aperti; n. medio sintomatici alla data	25; 129,6	21; 127,9				
<b>18 ottobre: casi aperti; n. medio sintomatici alla data</b>	<b>23; 194,7</b>	<b>20; 196,8</b>				
indici 18.10/18.8	0,92; 1,50	0,95; 1,54				
a fine simulazione (esclusi i 7 casi terminati in pochi giorni)	66; 101,2	127; 43,5	0,12	0,18	0,64	1,12

Tabella 2 – Scuola aperta a settembre, 200 esperimenti

Per quel che riguarda la scuola, quel che conta è il confronto tra seconda e terza riga, comparativamente anche tramite gli indici della quarta riga, tra le coppie di tabelle 1 e 2 e 1 e 3. Non accadono peggioramenti di rilievo in nessuno dei confronti e anche il caso con il raddoppio delle aule non si discosta da quello senza raddoppio. Un miglioramento apparente in riga 3 colonna 2, dalla tabella



2 alla 3, è spiegato da un punto di partenza molto migliore, che non dipende dal numero delle aule.

	con RSA colpite: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)	con RSA non colpite: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)	contagi a scuola, sint. e asint. (v. medi)		contagi fuori s., sint. e asint. (v. medi)	
			doc.	stu.	doc.	stu.
prove concluse prima del 18 agosto (esclusi 16 casi terminati in pochi giorni)	44; 26,1; (101,2)	94; 8,3; (86,3)	doc.	stu.	doc.	stu.
18 agosto: casi aperti; n. medio sintomatici alla data	23; 130,1	23; 91,0				
18 ottobre: casi aperti; n. medio sintomatici alla data	17; 191,2	16; 175,0				
indici 18.10/18.8	0,74; 1,47	0,70; 1,92				
a fine simulazione (esclusi i 16 casi terminati in pochi giorni)	67; 84,8	117; 39,7	0,03	0,08	0,39	1,03

Tabella 3 – Scuola aperta a settembre, con aule raddoppiate, 200 esperimenti

La riga 5 riporta anche i valori medi di agenti infetti (sintomatici più asintomatici), di studenti o docenti con infezione contratta in scuola e fuori scuola. Nella simulazione gli studenti sono circa 600 e i docenti circa 50, quindi i valori del contagio sono assai ridotti, soprattutto quelli all'interno della scuola. Nella tabella 1, il ridottissimo valore di studenti infetti in scuola è dovuto al periodo prima del lockdown, quando la scuola era aperta, sino alle vacanze di carnevale.

Le aule sono ambienti chiusi e quindi potenzialmente pericolosi, come ci ricorda un [serissimo servizio del Financial Times](#) [22], di libero accesso. Per contro, una [importante ricerca pubblicata](#) [23] senza enfasi, con i nomi dei ricercatori di cinque istituzioni prestigiose in Germania i quali firmano “on behalf of all members of the study group” mostra, nella tabella 2 di quel testo, che i numeri rilevanti tra i bambini sono quelli di figli di genitori contagiati; ma, mio commento, è il tipico caso che si risolve con la quarantena. [Notizie](#)

[giornalistiche](#) [24] indicano che la decisione sulla riapertura delle scuole in Germania, già prima delle vacanze estive, si è basata su questi dati.

Per quel che riguarda le RSA, abbiamo provato, come gruppo di lavoro, a [stimare una regressione](#) [25] tra numero di contagi e numero di anziani nelle RSA, per regione. Una [dummy variable](#) aggiunta [26] per il Veneto non segnala nessuna specificità della regione per quei dati, mentre la *dummy variable* per il Friuli-Venezia Giulia segnala una specificità vantaggiosa, con un incremento della varianza spiegata (misurata dal coefficiente di determinazione  $R^2$ ) da 0,6 a 0,8, il che conferma la correlazione tra i due fenomeni.

## Analisi controfattuali: scuola

Con la macchina della simulazione si possono anche costruire analisi controfattuali. La prima, nella tabella 4, investiga gli effetti di una ipotetica apertura della scuola a maggio, per l'esattezza dal 16 maggio al 12 giugno. Apertura che al momento in cui si scrive si sa non essere avvenuta. Le regole di lettura sono quelle esposte sopra, ma in questo caso l'attenzione deve essere rivolta soprattutto alla prima riga, che non indica peggioramenti rispetto alle tabelle precedenti

	con RSA colpite: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)	con RSA non colpite: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)	contagi a scuola, sint. e asint. (v. medi)		contagi fuori s., sint. e asint. (v. medi)	
			doc.	stu.	doc.	stu.
prove concluse prima del 18 agosto (esclusi 16 casi terminati in pochi giorni)	44; 26,1; (101,2)	94; 8,3; (86,3)	doc.	stu.	doc.	stu.
18 agosto: casi aperti; n. medio sintomatici alla data	23; 130,1	23; 91,0				
<b>18 ottobre: casi aperti; n. medio sintomatici alla data</b>	<b>17; 191,2</b>	<b>16; 175,0</b>				
indici 18.10/18.8	0,74; 1,47	0,70; 1,92				
a fine simulazione (esclusi i 16 casi terminati in pochi giorni)	67; 84,8	117; 39,7	0,03	0,08	0,39	1,03

## Analisi controfattuali: mondo del lavoro

Un'altra prova controfattuale è relativa al mondo del lavoro ed è stata ispirata da un colloquio molto interessante con un medico del lavoro che ha una vasta casistica di osservazioni, nel tempo e nello spazio, in Piemonte. Molte persone al lavoro sono classificabili come fragili, nella accezione qui utilizzata di suscettibilità al contagio del virus. Si tratta di persone occupate, della fascia di età tra i 55 e i 65 anni. Per questo motivo, nelle informazioni del modello – visibili in Info o in Model Info a seconda che si usi SIsaR in locale o via Web – si dice che i fragili, intesi come ultrasessantacinquenni, sarebbero il 25% della popolazione secondo la proporzione del Piemonte, ma che si può elevare quella quota a 30-35 per tenere conto della fascia di fragilità tra le persone al lavoro. In tutte queste prove si usa 35%, determinando la presenza nella simulazione di 240 lavoratori fragili su un totale di 1.800.

La prova controfattuale consiste nell'immaginare che i lavoratori fragili siano sostituiti sin dall'inizio degli esperimenti da lavoratori temporanei e restino quindi a casa, con un congedo retribuito per malattia, senza la mobilità consentita per andare al lavoro durante il lockdown e anche senza riprendere il lavoro successivamente alla fine del blocco. L'esperimento usato per confronto semplicemente non introduce l'ipotesi della sostituzione e quei lavoratori fragili operano come tutti i lavoratori. Il confronto richiede che non ci siano differenze sistematiche e una ci sarebbe, vistosa, nel numero delle visite a RSA nella prima fase, prima del lockdown, dato l'aumento delle persone con maggior tempo libero. Le visite sono quindi vietate sin dall'inizio e nella tabella 5 infatti nessuna RSA è colpita; nella tabella 6 invece accade che alcune RSA siano colpite. Si sarebbe potuto rifare la simulazione per evitarlo, ma metodologicamente sarebbe poco corretto. Che cosa ha causato quei contagi? È stata la presenza di operatori sociosanitari che continuano necessariamente a frequentare le RSA, con il rischio di ricevere il contagio, ma anche di portarlo.

	con RSA colpite: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)	con RSA non colpite: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)
prove concluse prima del 18 agosto (esclusi 9 casi finiti in pochi giorni)		155; 8,8; (97,0)
18 agosto: casi aperti; n. medio sintomatici alla data		36; 93,9
18 ottobre: casi aperti; n. medio sintomatici alla data		30; 143,8
a fine simulazione (esclusi i 9 casi finiti in pochi giorni)		191; 36,9

*Tabella 5. Protezione delle RSA e blocco dei lavoratori fragili, 200 esperimenti*

Confrontando le due tabelle notiamo che nella prima (la numero 5) i casi in cui la pandemia si conclude rapidamente, con pochi contagiati sintomatici, sono nettamente superiori a quelli della seconda tabella (la numero 6), che espone anche un numero più elevato di contagiati. Il vantaggio della prima tabella, coerentemente, si mantiene anche nelle righe successive.

	con RSA colpite: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)	con RSA non colpite: n. eventi; n. medio sintomatici; (durata)
prove concluse prima del 18 agosto (esclusi 5 casi finiti in pochi giorni)	5; 23,0; 104,8)	127; 12,4; (91,6)
18 agosto: casi aperti; n. medio sintomatici alla data	2; 123,0	61; 124,0
18 ottobre: casi aperti; n. medio sintomatici alla data	2; 182,0	47; 181,7
a fine simulazione (esclusi 5 casi finiti in pochi giorni)	7; 87,6	188; 68,0

*Tabella 6. Protezione delle RSA, senza il blocco dei lavoratori fragili, 200 esperimenti.*

Non si tratta mai di differenze significative, tanto meno a una soglia di probabilità di qualche interesse (il mitico 5% nei cui confronti si legge che lo stesso Fisher, che lo aveva proposto nel 1925, si fosse pentito [27]).

Il modello, si ripete ancora, non vuol offrire certezze o significatività statistiche, ma strumenti per riflettere. Anche questi risultati sul mondo del lavoro vanno nella stessa direzione. In estrema sintesi: il congedo di malattia è un costo per il sistema nel suo complesso, ma riduce gli effetti della pandemia: c'è spazio per una importante analisi costi-benefici e, in ogni caso, il benessere di quei lavoratori che hanno evitato un contagio a alto rischio per via della loro condizione soggettiva, è di per sé un valore.

## Per concludere

Si può imparare da un modello? Dell'esperienza degli altri sembra non si riesca a far tesoro, come annota Vittorio Valli, studioso di economia internazionale, nell'informatissimo articolo [28] "[Coronavirus and the art of not learning from other countries' experiences](#)", nelle cui conclusioni leggiamo (mia traduzione):

Come un gioco mortale di birilli, Covid-19 è partito dalla Cina, poi è andato nei paesi dell'Asia orientale, poi in Europa e nelle Americhe e in numerosi altri paesi del mondo, generando un gran numero di morti e la parziale perturbazione dei sistemi socio-economici. Il problema è: perché ogni birillo, quando era ancora orgogliosamente ritto, non ha saputo approfittare prontamente e pienamente delle esperienze dei precedenti birilli? La Cina era stata lenta e reticente a informare il mondo, ma dal 23 gennaio 2020 l'isolamento di Wuhan lo conoscevano tutti. In Europa e negli Stati Uniti, dopo il disastro del Nord Italia, tutti sapevano. Perché così tanti Paesi e regioni hanno reagito così tardi e così male?

Come sperare che queste noterelle, e la macchina da ragionamento che presentano, ricevano più attenzione di quelle clamorose evidenze?

### Note

[1] Minuziosa la voce [https://en.wikipedia.org/wiki/Agent-based\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Agent-based_model).

[2] <https://terna.to.it/simul/SIsaR.html>.

[3] <https://www.youtube.com/channel/UC31OBWUtgee7BQ7qQ3bqNeA>.

[4] A <https://www.centroeinaudi.it/notizie-in-evidenza/5374-un-modello-contro-...> e a <https://zenodo.org/record/3738125#.XulDaC1h0Wq>.

- [5] A <https://www.carloalberto.org/cca-events/carlo-alberto-on-air/conversazio...>
- [6] Luca Ricolfi, 5 marzo 2020, Coronavirus, calcoli sbagliati: le gravi responsabilità del governo, [https://www.ilmessaggero.it/editoriali/luca\\_ricolfi/coronavirus\\_italia\\_e...](https://www.ilmessaggero.it/editoriali/luca_ricolfi/coronavirus_italia_e...)
- [7] <https://www.scienzainrete.it/articolo/scarsa-intelligence-dellimperial-e...>
- [8] <https://www.scienzainrete.it/articolo/fase-2-e-alcune-questioni-sul-repo...>
- [9] <https://www.aeaweb.org/journals/policies/data-code/> dove leggiamo che It is the policy of the American Economic Association to publish papers only if the data and code used in the analysis are clearly and precisely documented, and access to the data and code is clearly and precisely documented and is non-exclusive to the authors.
- [10] <https://www.math.ucla.edu/~mason/>.
- [11] <https://www.cairn.info/revue-entreprises-et-histoire-2020-1.htm> e in particolare <https://www.cairn.info/revue-entreprises-et-histoire-2020-1-page-5.htm>.
- [12] <https://forecasters.org/blog/2020/06/14/forecasting-for-covid-19-has-fai...>
- [13] COVID-19 is a major acute crisis with unpredictable consequences. Many scientists have struggled to make forecasts about its impact. However, despite involving many excellent modelers, best intentions, and highly sophisticated tools, forecasting efforts have largely failed.
- [14] <https://arxiv.org/abs/2006.03915>.
- [15] NBER working paper, online a [https://www.bateswhite.com/media/publication/190\\_Winston.Lockdowns.SIRm...](https://www.bateswhite.com/media/publication/190_Winston.Lockdowns.SIRm...)
- [16] <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>.
- [17] <http://www.regione.piemonte.it/cgi-bin/polsoc/ricerca/presidi/index.cgi>.
- [18] <https://meltingasphalt.com/interactive/outbreak/>.
- [19] Si tratta di un calendario degli eventi collegati all'epidemia in questi mesi, con riferimento particolare al Piemonte; è online a <https://terna.to.it/simul/calendario092.pdf>.
- [10] La stesura di questa nota è del 23 giugno 2020.
- [21] Vedere i filmati nel sito YouTube del modello, <https://www.youtube.com/channel/UC31OBWUtgee7BQ7qQ3bqNeA>.
- [22] <https://www.ft.com/content/2418ff87-1d41-41b5-b638-38f5164a2e94?shareTyp...>
- [23] <https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/fileadmin/pressestelle/Kinderstud...>

- [24] [https://www.repubblica.it/esteri/2020/06/17/news/coronavirus\\_cosi\\_i\\_ba\\_mb...](https://www.repubblica.it/esteri/2020/06/17/news/coronavirus_cosi_i_ba_mb...)
- [25] [https://terna.to.it/simul/casi\\_totali\\_anzianiRSA\\_popolazione\\_DUMMYVARS\\_C...](https://terna.to.it/simul/casi_totali_anzianiRSA_popolazione_DUMMYVARS_C...)
- [26] [https://en.wikipedia.org/wiki/Dummy\\_variable\\_\(statistics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Dummy_variable_(statistics)).
- [27] Lydia Denworth, Un problema significativo, *Le Scienze*, gennaio 2020. ..83.
- [28] <https://www.osservatorio-economie-emergenti-torino.it/emerging-economies...>