

Informe de la Pràctica de Virusland

Jordi Badia, Aniol Juanola i Guillem Vidal

24 de maig de 2023

Índex

1	Una regió amb un virus no mutable	3
1.1	Sense vacunes	3
1.2	Amb vacuna inhibidora	4
1.3	Amb confinament intern	4
2	Una regió canviant paràmetres del virus	4
2.1	Increment de mortalitat	4
2.2	Reducció de la probabilitat de desenvolupar la malaltia	5
2.3	Increment de la taxa de contagi	5
2.4	Allargament del període d'immunitat i increment de la mortalitat	6
3	Una regió amb un virus mutable	6
3.1	Dos mil habitants	6
3.2	Un milió d'habitants	7
4	Dues regions connectades	7
5	Tres regions connectades	7
6	Fitxers d'entrada proporcionats	7

1 Una regió amb un virus no mutable

Aquesta prova s'ha realitzat de tres maneres diferents: la primera sense vacunes, la segona amb una vacuna inhibidora i la última amb un confinament intern.

1.1 Sense vacunes

No posar-hi vacunes o confinaments provoca que el virus es propagui lliurement per la regió, aconseguint infectar bona part d'aquesta en els primers tics, com es pot veure a la Figura 1.

Si seguim amb la simulació, podem observar com la propagació del virus arriba a un estat on es queda gairebé col·lapsat. És a dir, no augmenta ni disminueix, o ho fa en dimensions molt petites.

Això segurament és degut a que, per una banda, el nombre d'infectats en els grups d'afectats és tan petit que el nombre de morts per tic és zero o gairebé zero i, d'altra banda, el nombre de contagiats nous que es generen i de persones que deixen de ser contagiades s'igualen.

Que aconseguixi arribar en un estat d'equilibri ve donat per dues coses: la simplicitat de la simulació i l'ús de nombres enters. És a dir, al col·lapsar les equacions de probabilitat a nombres enters, la repetició de certs esdeveniments no provoca un augment de la probabilitat. Posem, per exemple, les morts: si el nombre de morts final és de 0.5 morts, al repetir l'esdeveniment un pensaria que aquest nombre augmentaria fins arribar a almenys una mort. Tanmateix, al truncar-se a l'enter tot aquesta probabilitat es perd.

Pel que fa a una bona simulació, aquest tracte dels valors com a punt flotant tampoc no escau, només s'ha de considerar que, quan els nombres esdevenen prou petits, la simulació no actua d'una manera totalment predecible en conformitat amb l'estat en què està. I encara menys amb una disposició inicial tan simple com la presentada, la qual no s'adhereix de cap de les maneres a la realitat.

Un altre tema a tenir en compte, és que si el període d'immunitat fos més llarg evitaria contagiar a tants habitants. Al fer la prova descobrim que aquest canvi aconseguix que la simulació acabi, perquè es queden molts més en estat d'immunitat, mentre que els contagiats disminueixen.

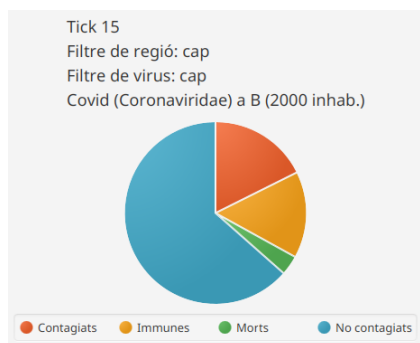


Figura 1: Primers quinze tics de la primera prova sense vacunes.

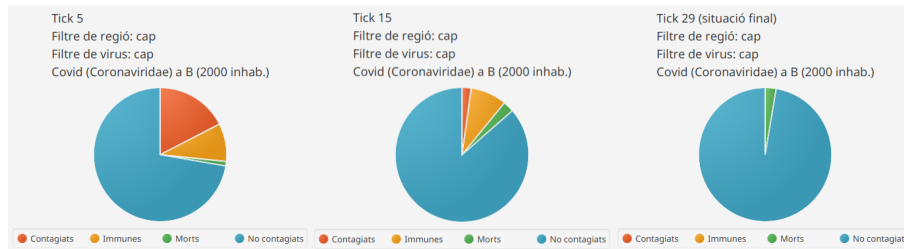


Figura 2: Evolució de la simulació amb la vacuna inhibidora aplicada al cinquè tic al 100% de la població.

1.2 Amb vacuna inhibidora

Aplicar-la causa un resultat totalment diferent: en comptes d'estar infinitament estancat en el mateix estat, la simulació acaba pocs tics després de la seva aplicació. Podem veure a la Figura 2 l'evolució d'aquesta simulació, en contrast amb el quinzè tic de la Figura 1.

1.3 Amb confinament intern

El confinament intern amb un canvi de mobilitat al 90% no modifica gaire el desenvolupament de la simulació. És més, segueix arribant quedar-se estancat en els mateixos números, com vist anteriorment, però amb unes modificacions lleus. Vegeu la Figura 3.



Figura 3: Regió colorida de vermell per indicar el seu confinament intern.

2 Una regió canviant paràmetres del virus

Aquesta prova consisteix en una sola regió, però en comptes d'haver-hi aplicacions de vacunes i confinaments, es modifiquen els paràmetres del virus per veure com afecten a la simulació.

2.1 Increment de mortalitat

El nombre de morts resultant d'aquesta simulació és molt més elevat, com era esperat, que el de la simulació anterior. Vegeu el nombre de morts de la Figura 4 en comparació amb els de la Figura 1.

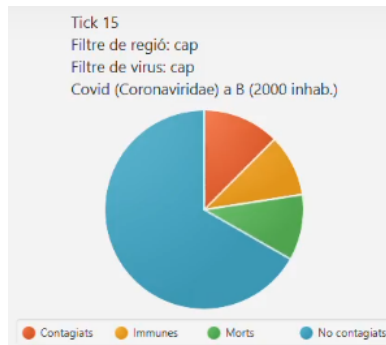


Figura 4: Primers quinze tics de la simulació amb mortalitat elevada.

2.2 Reducció de la probabilitat de desenvolupar la malaltia

Com podem veure a la Figura 5, els contagis segueixen sent els mateixos que en simulacions prèvies, però aquest cop les morts són molt menors. El repartiment dels contagiats en les diferents etapes de cada període es pot veure en els dos gràfics de sota: el dret representa el període de contagi i l'esquerra el període de malaltia, en el qual podem observar que els que han acabat desenvolupant-la són molts pocs.

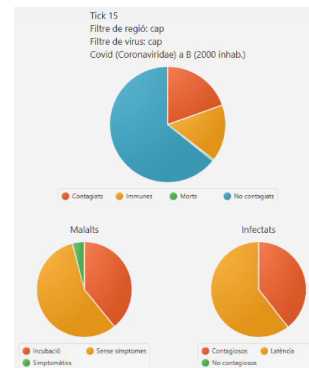


Figura 5: Primers quinze tics de la simulació amb la probabilitat de desenvolupar la malaltia reduïda.

2.3 Increment de la taxa de contagi

En totes les simulacions anteriors, el virus es propagava dins la regió al màxim que podia i després anava perdent el nombre de contagiats fins erradicar-se o estar-ho a punt. Ara bé, aquest augment de la taxa de contagi provoca que el virus generi molts més cicles de propagacions fortes i que vagi oscil·lant entre dominar la regió i no dominar-la.

Tot això acaba quan el virus ha matat un nombre determinat de gent, cosa que l'incapacita de propagar-se de nou i acaba morint. Vegeu els [vídeos](#) per una més clara representació del que s'ha explicat.

2.4 Allargament del període d'immunitat i increment de la mortalitat

Com podem veure a la Figura 6, les dues modificacions fan que en poc temps mori molta gent i tota la resta acabi immune.

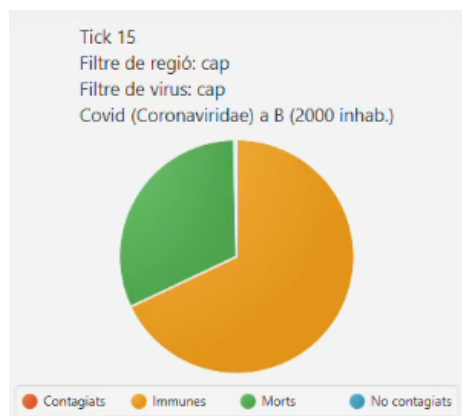


Figura 6: Primers quinze tics de la simulació amb el període d'immunitat allargat i la taxa de mortalitat incrementada.

3 Una regió amb un virus mutable

3.1 Dos mil habitants



Figura 7: Captura del virus de la grip i les seves mutacions al novè tic.

Aquesta simulació, encara amb dos mil habitants com en totes les regions prèvies, genera noves mutacions per error de còpia, però moren pocs tics després d'ésser generats. No en genera cap per error de coincidència a causa de la poca vida dels virus mutats. Mitjançant les fletxes de la interfície gràfica, podem iterar a través de les afectacions de cada virus en cada regió que afecta. Vegeu la Figura 7.

3.2 Un milió d'habitants

Augmentant el nombre d'habitants de la regió, la capacitat de propagació del virus també augmenta, ocasionant molts més contagis i mutacions a la llarga. En aquesta regió, el virus de la Grip és capaç de generar moltes mutacions, entre elles, algunes per coincidència.

El llistat dels virus és massa gran com per veure representat o escrit de cap de les maneres en aquest informe, per una millor visualització vegeu els [vídeos](#) o executeu la prova amb el programa.

4 Dues regions connectades

Tenim dues regions connectades entre si, les quals cada una conté un virus diferent. Al simular, només cal un tic perquè ambdues regions quedin contagiades pels virus de l'altra.

Ara bé, si tanquem la frontera que connecta les regions, el virus d'una mai apareix a l'altra. Vegeu la Figura 8 per la representació gràfica del tancament de fronteres.

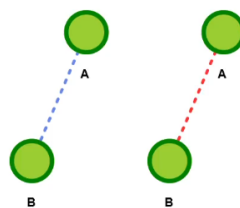


Figura 8: A l'esquerra, la frontera és oberta, a la dreta, tancada.

5 Tres regions connectades

No acaba mai la simulació sense vacunes. En canvi, aplicar-les aconsegueix reduir els contagis durant el seu efecte, quan acaba el virus torna a agafar força. Per tal de curar a tota la població i acabar amb el virus, cal aplicar-les a contínuament.

6 Fitxers d'entrada proporcionats

El nombre de virus i mutacions arriba a nombres molt elevats. Tants, que ocasionen que el programa s'executi amb molta lentitud. Tot i això, la majoria d'afectacions dels virus mutats tenen pocs contagiats, i aquests virus moren ràpidament. Ara bé, la llista de virus i afectacions creix i no es disminueix per molt que ja no hi hagin més contagiats. Aquest funcionament és degut a que les afectacions tenen el recompte de les seves morts, d'aquesta manera podem conèixer quantes persones ha matat cada virus. Nogensmenys, causa que el nombre d'afectacions que hagi de recórrer el programa per propagar, establir filtres o generar recomptes sigui molt gran, cosa que fa que s'alenteixi en l'execució.