



Entrenamiento de estudiantes de medicina en la dispersión de la COVID-19 con modelo estocástico.

Training medicine students in covid-19 spread using stochastic model.

Dr. José A. Betancourt Bethencourt.

Universidad de Ciencias Médicas Carlos J. Finlay, Cuba

Correspondencia: betanster@gmail.com

RESUMEN

En Cuba, a nivel nacional se formulan de manera disciplinaria excelentes modelos matemáticos, pero estos no están contemplados para su uso a nivel provincial ni hay superación de posgrado de estos temas en salud en la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Los estudiantes de medicina deben conocer mediante simulaciones el efecto de diferentes intervenciones durante la pandemia de COVID-19. En este trabajo se usó un modelo estocástico del programa R que les permitió a los estudiantes visualizar el efecto del uso inadecuado y adecuado de medidas de higiene (lavado de manos y de superficies y el uso del nasobuco) así como el efecto del distanciamiento social o excesiva interacción.

Palabras clave: pandemia, COVID-19, simulación, programa R, modelos estocásticos, transdisciplina

ABSTRACT

There are in Cuba excellent mathematical models to analyze COVID-19, unfortunately these models are not included in medicine or professional teaching in the University of Medical Sciences of Camagüey. The medicine students should know by means of simulations the effect of different interventions during the pandemic of COVID-19. In this work a stochastic model of the program R was used that allowed the students to visualize the effect of the inadequate and appropriate use of measures of hygiene (washing of hands and of surfaces and the use of protection for mouth and nose) as well as the effect of the social distancing or excessive interaction.

Key words: pandemics, COVID-19, simulation, R program, stochastic models, transdiscipline

INTRODUCCIÓN

La dinámica actual conlleva a aplicar teorías transdisciplinarias, por tanto, las universidades tienen el reto de liderar el proceso de transformación, introduciendo cambios en los procesos formativos que permitan a los futuros profesionales en salud pública, encontrar en la transdisciplinariedad, una herramienta para fortalecer la investigación y el diálogo de saberes.¹ Dado el impacto de la COVID-19, se manifiestan cambios en el uso de la Inteligencia Artificial, nuevas maneras de aprendizaje a distancia, consultas médicas a distancia y otros, lo que demuestra que para lograr resiliencia hay que fortalecerse en estos métodos adaptativos que requieren enfoques integradores.²

La actual pandemia de COVID-19 es mayormente un problema social, esta situación no solo es de la medicina, sino que afecta a la sociedad de manera holística, por lo que al investigarla debe hacerse con visión integradora.^{3,4} que genere nuevos conocimientos, que faciliten la integración de saberes y que produzcan impacto social.⁵

Europa ha definido financiamientos para el desarrollo de nuevos métodos analíticos que permitan estimar parámetros claves de los datos de contactos y serológicos, y la creación de bases de datos adecuadas que se coleccionan de manera sistemática.⁶ Muchos académicos consideran que se deben incrementar los métodos de adquisición de diversas habilidades online.^{7,8}

En Cuba a nivel nacional se formulan de manera disciplinaria excelentes modelos matemáticos⁹, estos no están contemplados para su uso a nivel provincial ni hay superación de posgrado de estos temas en salud en la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Por lo que se prepara el presente entrenamiento para estudiantes de pre-grado y de posgrado de la localidad.

MÉTODO

Se realizaron dos simulaciones con el paquete EpiModel^{10 (10)} presentes en el programa R.¹¹ Se calculó el número reproductivo básico (R_0) con el paquete earlyR¹². La población de la comunidad Bellavista en Camaguey, donde se hizo la simulación es de 4000 habitantes

RESULTADOS

En la primera simulación (figura1) el modelo contempla un índice de transmisibilidad del 5%, lo que denota fallas en las medidas de prevención en cuanto a la higiene (lavado de manos y de superficies y el uso del nasobuco) así como el efecto de poco distanciamiento social pues hay un promedio de 20 contactos diarios por persona.

Con esta primera simulación, a los 15 días de mantenerse la situación sin cambios se afectaría un 70 % de la población (2800 personas) con la sola entrada de un enfermo. Se comprueba que es un brote epidémico (figura 2) con un R_0 de 1.421

En la segunda simulación (figura3) el modelo contempla un índice de transmisibilidad del 1%, lo que denota mejoras en las medidas de prevención en cuanto a la higiene (lavado de manos y

de superficies y el uso del nasobuco) así como el efecto de mayor distanciamiento social pues se redujo el promedio a 10 contactos diarios por persona, ya aquí $R_0 < 1$ por lo que se evitó el brote epidémico. Solo se tendrían casos endémicos perfectamente controlables por las autoridades de salud.

DISCUSIÓN

En un trabajo realizado en Camaguey se encontró que se realizaban por parte de las personas 18.8 contactos estrechos por día¹³ típico de la idiosincrasia del cubano que favorece en general la transmisión de enfermedades de transmisión aérea. En China se demostró que solamente con el distanciamiento social durante la pandemia fue suficiente para el control de la COVID-19.¹⁴

Con un modelo estocástico de transmisión estos autores demostraron que en la mayoría de los escenarios el rastreo de contactos y el aislamiento fueron suficientes para controlar la enfermedad en un término de tres meses. (Joel Hellewell et al., 2020)

Con un modelo estocástico de transmisión, estos autores demostraron que en la mayoría de los escenarios el rastreo de contactos y el aislamiento fueron suficientes para controlar la enfermedad en un término de tres meses.¹⁵

Para el futuro un grupo de investigadores sugieren incluir en los modelos la transmisibilidad de individuos asintomáticos y considerar subpoblaciones relacionadas con la edad género, etc., introducir medidas preventivas en los modelos en esta COVID-19 y en virus futuros, incluir en los modelos algunos datos imprecisos usando ecuaciones diferenciales fuzzy y finalmente incluir las cargas virales.¹⁶ Ya hay modelos que contemplan infecciones no detectadas.¹⁷

En esta experiencia comprobaron la reducción del número reproductivo básico con la restricción de viajes.¹⁸ En una revisión realizada se encontró que la media de R_0 para COVID-19 está alrededor de 3.28 con una mediana de 2.79.¹⁹

El hecho es que se necesita el estilo de educación transdisciplinaria para resolver diferentes problemas que se presentan en la vida real.²⁰⁻²³

CONCLUSIONES

Se constata de manera visual por parte de los estudiantes el efecto de las intervenciones.

Es una herramienta analítica sustentable basada en programa libre.

Se demuestra la necesidad de integrar la epidemiología y la matemática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castilla M, M G, Villadiego E. Salud Pública: Un campo de confrontación del paradigma disciplinar y transdisciplinar. Avances en Salud. 2018;2(2):48 - 57.
2. Nuno Martins P. A transdisciplinary perspective of the current crisis situation in the world. International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR) [Internet]. 2020; 6(5). Available from: <https://doi.org/10.36713/epra4404>.

3. Moradian N. The urgent need for integrated science to fight COVID-19 pandemic and beyond. *J Transl Med* (2020) 18:205 [Internet]. 2020. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02364-2>.
4. Laupacis A. Working together to contain and manage COVID-19. *CMAJ* 2020 March 30;192:E340-1 doi: 101503/cmaj200428; [Internet]. 2020. Available from: <https://www.cmaj.ca/content/cmaj/192/13/E340.full.pdf>.
5. Smetschka B, Gaube V. Co-creating formalized models: Participatory modelling as method and process in transdisciplinary research and its impact potentials. *Environmental Science and Policy* 2020;103:41–9.
6. CORDIS. Translational and Transdisciplinary research in Modeling Infectious Diseases 2020. Available from: <https://cordis.europa.eu/project/id/682540>.
7. Sandhu P, Wolf Md. The impact of COVID-19 on the undergraduate medical curriculum. *MEDICAL EDUCATION ONLINE* [Internet]. 2020; 25(1764740). Available from: <https://doi.org/10.1080/10872981.2020.1764740>; <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10872981.2020.1764740>.
8. Ferrel M, Ryan J. The Impact of COVID-19 on Medical Education. *Cureus Cureus* ; DOI 107759/cureus7492 [Internet]. 2020; 12(3):[e7492. p.]. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10872981.2020.1764740>.
9. Reinaldo OF, Abel Padrón Padilla, Tamayo EC. COVID–19 en Cuba: El pico se adelanta, ¿qué dicen los modelos matemáticos y cómo interpretarlos? 2020. Available from: http://www.cubadebate.cu/especiales/2020/04/27/covid-19-en-cuba-el-pico-se-adelanta-que-dicen-los-modelos-matematicos-y-como-interpretarlos/#.XtUSqK_B-ic.
10. Jenness S, Goodreau.S, Wang L, Morris M. EpiModel: Mathematical Modeling of Infectious Disease_. The Statnet Projec 2016; (). Available from: <http://CRAN.R-project.org/package=EpiModel>.
11. R_Core_Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Viena, Austria 2020. Available from: <http://www.r-project.org>.
12. Jombart T, Cori A, Nouvellet P. earlyR: Estimation of Transmissibility in the Early Stages of a Disease Outbreak. R package version 0.0.1.2017. Available from: <https://CRAN.R-project.org/package=earlyR>.
13. Betancourt Bethencourt J, González Vazquez R, Acao Francoise L. Determinación de patrones de contactos para enfermedades de transmisión érea en comunidades de Camagüey. *Rev Cubana Hig Epidemiol* [Internet]. 2011; 49(1):[4-14 pp.]. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000100002.
14. Zhanget J. Changes in contact patterns shape the dynamics of the COVID-19 outbreak in China. *Science* 101126/scienceabb8001 (2020) [Internet]. 2020. Available from: <https://science.sciencemag.org/content/sci/early/2020/05/04/science.abb8001.full.pdf>.
15. Joel Hellewell, Abbott S, Gimma A, Bosse NI, Jarvis CI, Russell TW, et al. Feasibility of controlling COVID-19 outbreaks by isolation of cases and contacts. *Lancet Glob Health*

- [Internet]. 2020; 8(e488–96). Available from: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30074-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30074-7)
16. Ndairou F, Area I, Nieto J, Torres DM. Mathematical modeling of COVID-19 transmission dynamics with a case study of Wuhan. *Chaos, Solitons and Fractals* [Internet]. 2020; 135(109846). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.109846>.
 17. Ivorra B, Ferrández MR, Vela-Pérez M, Ramos AM. Mathematical modeling of the spread of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) taking into account the undetected infections. The case of China. *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat* 88 (2020) 105303 [Internet]. 2020. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2020.105303>.
 18. Kucharski AJ, Russell TW, Diamond C, Yang Liu, Edmunds J, Sebastian Funk, et al. Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study. *Lancet Infect* [Internet]. 2020; 20:[553–58 pp.]. Available from: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30144-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30144-4).
 19. Liu Y, Gayle AA, Wilder-Smith A, Rocklöv J. The reproductive number of COVID-19 is higher compared to SARS coronavirus. *Journal of Travel Medicine*, doi: 101093/jtm/taaa021 [Internet]. 2020; (1-4). Available from: <https://academic.oup.com/jtm/article-abstract/27/2/taaa021/5735319>
 20. Belcher M, Rasmussen K, Kemshaw M, Zornes D. Defining and assessing research quality in a transdisciplinary context. *Research Evaluation*. 2016;25(1):1-17.
 21. Méndez F. Transdiscipline and research in health: Science, society and decision making. *Transdisciplina y la investigación en salud: Ciencia, sociedad y toma de decisiones*. 2015;46(3):126-32.
 22. Koch T, Oliva I, Valencia S, Salazar JP. Prospectiva Transdisciplinaria en Educación Superior: Construcción de Perfiles Vocacionales según Grados de Flexibilidad Disciplinar en Estudiantes de Último Año de Nivel Secundario. *Formación universitaria*. 2015;8(3):65-78.
 23. Betancourt Bethencourt J, Mirabal Nápoles M, Acao Francoise L. Hacia la investigación transdisciplinaria mediante el aprendizaje cooperativo. *Revista Electrónica Educare*, [Internet]. 2014; 18(1):[1-15 pp.]. Available from: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/issue/current>.

ANEXOS

Figura 1. Posible escenario de dispersión en el que se mantienen sin modificar las medidas higiénicas y de distanciamiento social.

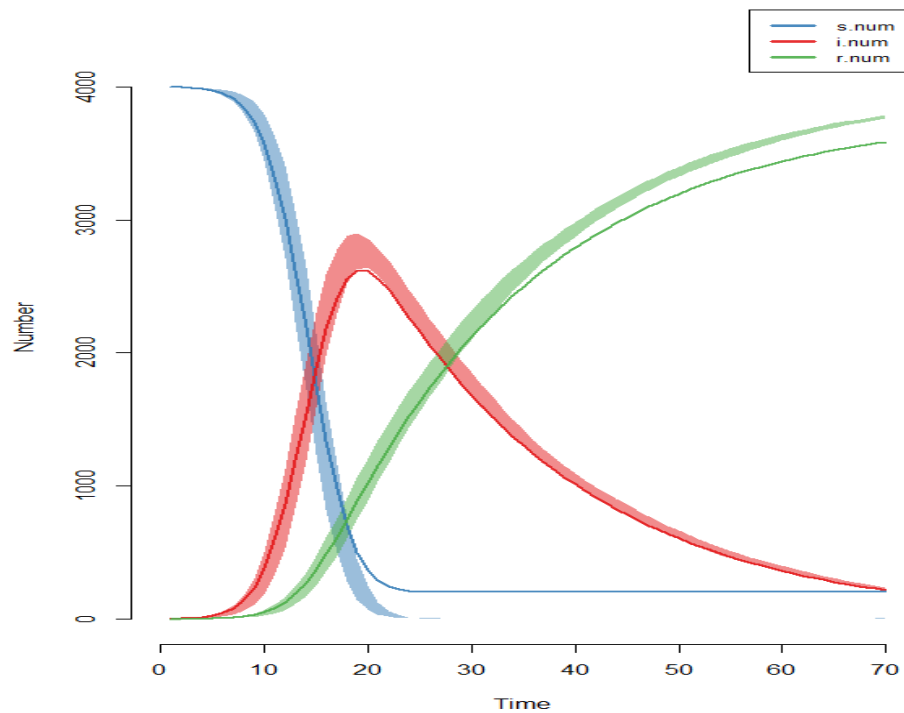


Figura 2. Estimación del número reproductivo básico en ese brote epidémico

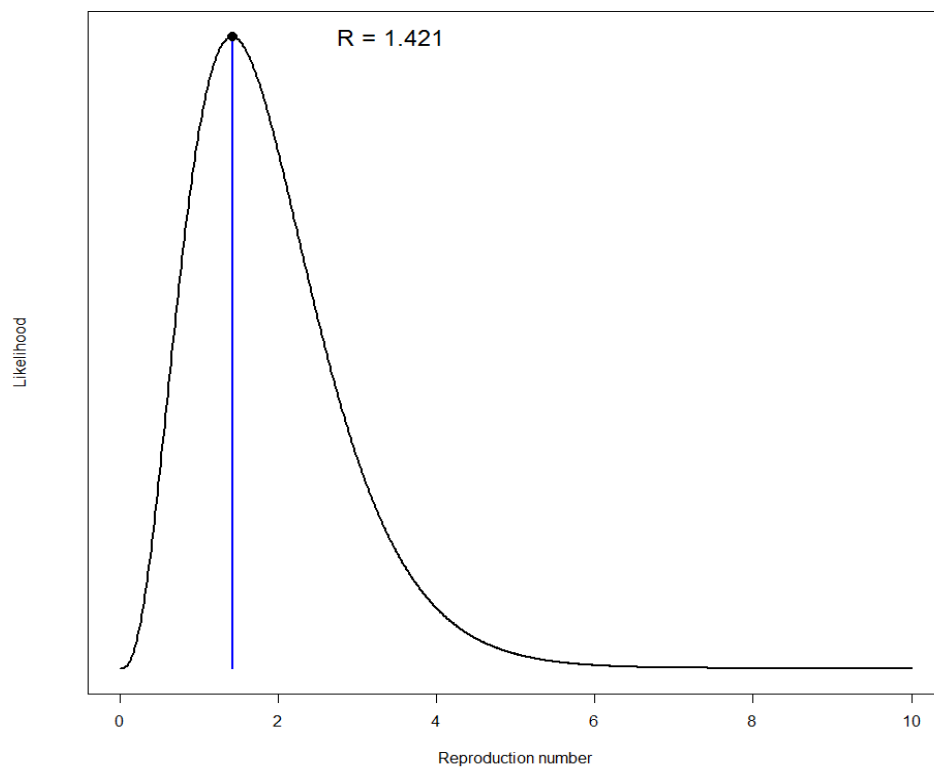


Figura 3. Posible escenario de dispersión en el que se modifican positivamente las medidas higiénicas y se eleva el distanciamiento social.

