



Covid19 i Scratch: Involucrant a l'alumnat en la modelització computacional de la propagació d'una epidèmia.

Joan Crusells

professor de ciències al INS Andreu Nin (El Vendrell, Baix Penedès)

jcrusell@insandreunin.cat

Victor López,

Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals (UAB).

victor.lopez@uab.cat

Resum -Aquest article relata una activitat duta a terme durant el tercer trimestre del curs 2019-20 al INS Andreu Nin, període en que l'alumnat estava confinat a les seves llars. Es tracta d'una activitat voluntària realitzada a 3r d'ESO, on els estudiants havien de fer servir el llenguatge de programació Scratch per elaborar un model computacional que simulés l'expansió d'una epidèmia com la que en aquell moment s'estava vivint amb la COVID-19. L'activitat va permetre a l'alumnat involucrar-se en pràctiques de modelització computacional integrant diferents coneixements de l'àmbit STEM, i va oferir l'oportunitat per discutir conceptes tant científics com computacionals.

Paraules clau·Covid19, scratch, epidèmia, modelització computacional

Covid19 and Scratch: Involving students in the computational modeling of the spread of an epidemic.

Abstract· This paper narrates an educational activity carried out during the 3rd quarter of the academic year at 2019-20 INS Andreu Nin, in a period in which students were confined to their homes. The activity was optional (non-compulsory), and it was carried out in 3rd ESO. Students had to use the Scratch programming language to develop a computer model that simulated the spread of an epidemic, as in the case of COVID-19. The activity promoted students' engagement on computational modeling practices integrating different STEM concepts, offering the opportunity for discussing both scientific and computational concepts.

Keywords·Covid19, scratch, epidemic, computational modeling

INTRODUCCIÓ

L'arribada de la pandèmia de la COVID-19 el passat març va ser i encara està sent l'esdeveniment més transcendent dels últims anys per a la nostra societat. No estem vivint només una crisi sanitària (amb milers de morts, malalts i hospitals col·lapsats durant els pics de contagis), sinó també una crisi social, econòmica i cultural, que està canviant i canviarà moltes de les formes en les que concebem el món i les relacions socials que establím dins d'ell.

En aquesta crisi, la ciència i la seva relació amb la societat han guanyat molta rellevància en el debat públic. La presència de persones expertes de l'àmbit de les biociències ha estat constant en els mitjans de comunicació des del passat març de 2020, i conceptes científics com "predicció", "aplanar la corba", "taxa de letalitat", "Fase II d'un assaig clínic", etc., han estat molt més presents que mai abans a la vida pública. Malauradament, també han sortit tota mena de moviments pseudo-científics i anti-científics (solucions miraculoses, líders negacionistes del virus, teories conspiratives antivacunes, etc) que mostren com l'alfabetització científica és ara més necessària que mai.

La comunitat docent, alhora que ha hagut de fer front als canvis de format obligats pels confinaments (passant sobtadament d'una educació presencial a una a distància), també ha sentit la necessitat de re-pensar el què i el com ensenyar, per tal de capacitar a l'alumnat en competències que els permeti comprendre allò que succeeix al seu entorn, i decidir i actuar de forma crítica. Des de l'àmbit STEM aquestes competències passen per promoure, per exemple, una alfabetització matemàtica que ajudi a comprendre l'estadística i la probabilística que es fa servir per estudiar l'epidèmia (Rodríguez-Muñiz, Muñiz-Rodríguez, Vázquez-Ortiz, Alsina, 2020), així com una alfabetització científica estretament relacionada amb el pensament crític i el raonament basat en evidències (Erduran, 2020).

És en aquest context on els autors d'aquest article vam creure que era un bon moment per fer als alumnes participants d'una pràctica anàloga a la que fan els científics professionals: la construcció d'un model epidemiològic SIR (acrònim de Susceptible, Infectats, Recuperats) que permetés simular diferents situacions d'expansió del brot epidemiològic que s'estava vivint durant els primers mesos de pandèmia, caracteritzant el nombre de contagis a partir de variables com la taxa d'infecció (influïda per la distància social), el període d'infecció o la taxa de letalitat.

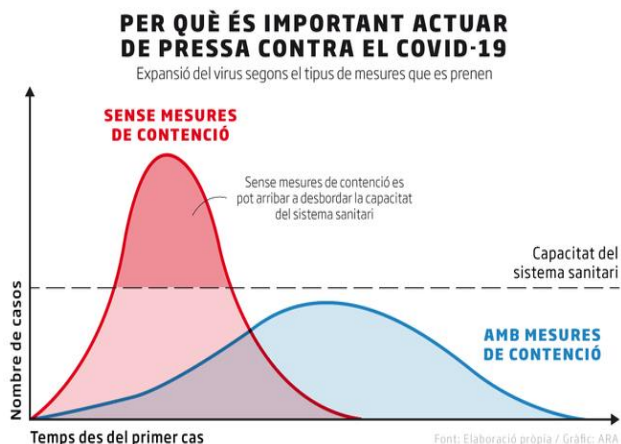


Figura 1: Imatge usada durant les primeres setmanes de confinament per explicar a la població la importància de "aplanar la corba". Font: Diari ARA.

Modelització computacional i Scratch per a l'aprenentatge de les ciències

Podem definir la modelització com el procés d'expressió, avaluació i revisió dels models que permeten explicar els fets del món, i que es produeix tant en la ciència erudita - quan els i les científiques elaboren nous models científics - com en la ciència escolar - quan els i les alumnes aprenen ciències al llarg de l'escolaritat (Couso, 2020). Involucrar l'alumnat en el procés de modelització és una forma de fer-los participants i acostar-los a les formes de fer de la ciència, les anomenades pràctiques científiques (Osborne, 2014), però també a construir millor les grans idees

cap a les que s'haurien d'adreçar els currículums de física, química, biologia i geologia (López, Couso i Hernández, 2020; Caamaño, 2020; Marbà, 2020; Martínez i Cortés, 2020).

Una de les formes - si bé no l'única - de promoure la modelització de l'alumnat és a través d'eines digitals, el que s'anomena com la modelització computacional (López i altres, 2017). En el cas de l'ensenyament de la biologia existeixen múltiples exemples d'activitats que promouen la modelització amb eines digitals, com ara per construir models d'evolució (Della i Ocelli, 2020) o models poblacionals d'un ecosistema (Domènech-Casal, 2020).

Una d'aquestes eines que permeten la modelització computacional és Scratch [1], una plataforma online d'edició de programes a través d'un llenguatge de programació per blocs de colors, que resulta molt intuïtiu per l'alumnat. La interfície de Scratch permet a l'alumne veure els comandaments que defineixen el moviment, l'aspecte o l'estat dels personatges del programa, i simultàniament observar el comportament d'aquests personatges a temps real. Tot i no ser ideat exclusivament per l'aprenentatge de les ciències, ofereix múltiples oportunitats en aquest àmbit (López i Hernández, 2015).

Context i objectius del projecte

Durant el 3r trimestre del curs 2019-20, coincidint amb el confinament, es va proposar a l'alumnat de 3r d'ESO de l'Institut Andreu Nin un projecte de disseny d'un model computacional amb Scratch per simular l'expansió del virus. Cal tenir en compte que es tracta d'un centre de màxima complexitat, on gran part de l'alumnat acostuma a percebre la ciència com quelcom llunyà a la seva realitat personal, i per tant, vam valorar que una activitat d'aquesta naturalesa podria acostar-los a les formes de fer, pensar i parlar de la ciència. Alhora, també cal tenir en compte que el confinament i la tele-docència va portar a molts professors (com és el nostre cas) a re-pensar els continguts curriculars programats per tal d'adaptar-los a la nova realitat, ja que enteníem que havíem

de fer d'aquella situació tan excepcional una oportunitat d'aprenentatge per a l'alumnat.

Per tots aquests motius, l'objectiu del projecte va ser que l'alumnat s'involucrés en un procés d'elaboració d'un model computacional amb Scratch, que l'ajudés a adoptar una mirada científica a la pandèmia de la COVID19 i que els permetés comprendre conceptes científics associats al model de propagació de la infecció a través dels contagis. Estaríem parlant, per tant, d'objectius d'aprenentatge relacionats amb les competències bàsiques 2 i 6 de l'àmbit científicotecnològic del Currículum: "*Identificar i caracteritzar els sistemes biològics i geològics des de la perspectiva dels models, per comunicar i predir el comportament dels fenòmens naturals*" i "*Reconèixer i aplicar els processos implicats en l'elaboració i validació del coneixement científic*" (Departament d'Ensenyament, 2014).

A l'hora de presentar la tasca a l'alumnat, aquesta es va plantejar en forma de repte individual i amb caràcter voluntari, però amb l'al·licient que podria millorar lleugerament la qualificació final dels alumnes sense perjudicar-los la nota en cas que no volguessin fer-ho.

Estructura

El projecte que es va proposar a l'alumnat s'estructurava en tres parts:

- PRIMERA PART: Coneguem el coronavirus. Es va donar a l'alumnat material didàctic amb nocions bàsiques sobre epidèmies víriques i sobre la COVID19: què és un virus, quines eren les característiques conegudes en aquell moment del coronavirus, què és una gràfica d'evolució del nombre d'infectats com les que apareixien a la TV i les xarxes socials, etc. Aquest material didàctic anava seguit d'un conjunt de preguntes que l'alumnat havia de respondre.

- SEGONA PART: Coneguem què és una simulació. També es va donar a l'alumnat material didàctic sobre la naturalesa dels models epidemiològics que es van fer servir per predir i explicar el nombre d'infectats.
- TERCERA PART: Construïm una simulació amb Scratch. Es va proposar a l'alumnat l'elaboració, de forma individual, d'una simulació on aparegués una població i s'hi representés l'evolució del nombre d'infectats, recuperats i morts. Cal tenir en compte que l'alumnat en qüestió tenia nocions bàsiques d'Scratch (l'havien vist per sobre a 2n d'ESO), motiu pel qual es va oferir un conjunt de tutorials en línia per a que l'alumnat pogués aprendre a fer servir aquesta plataforma de forma autònoma. A més, també se'ls va oferir com a exemple una simulació feta amb Scratch pel professor, regulada per 4 variables (nombre d'infectats, morts, curats i sans susceptibles), i un algoritme pel qual cada individu (representat per un petit cercle en la simulació) canviava de color segons el seu estat (Figura 2). En aquesta simulació cada individu estava representat per un perso-

natge d'Scratch (una petita circumferència que podia canviar de color), que es movia aleatòriament per tota la pantalla.

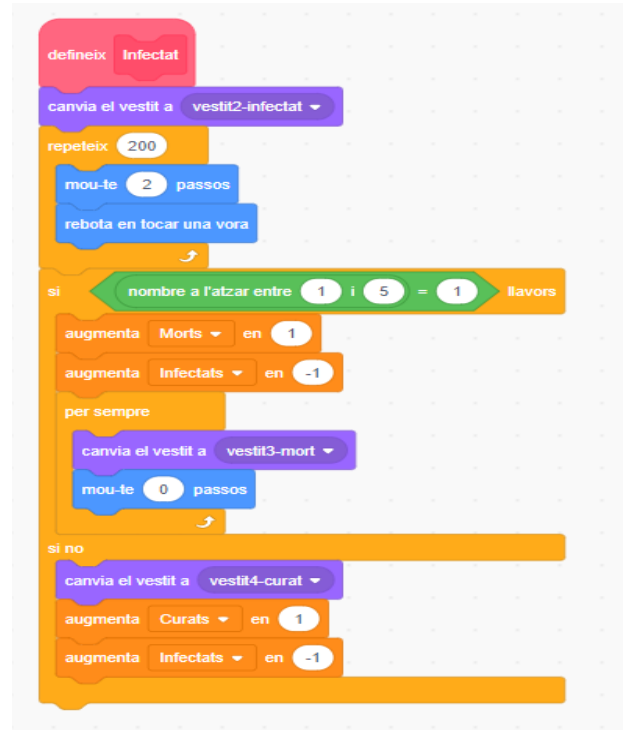
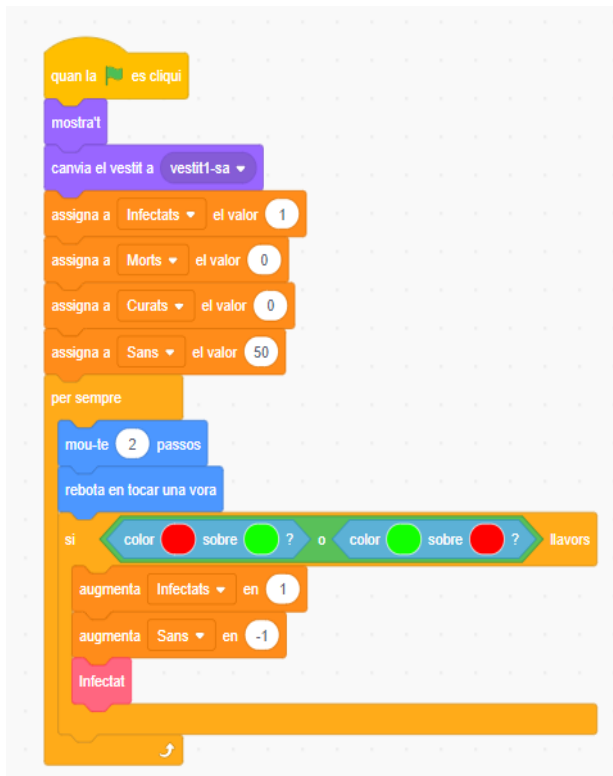


Figura 2: Algoritme realitzat amb Scratch per orientar l'alumnat en el disseny de la seva pròpia simulació.



D'aquesta manera, alguns alumnes podien aprofitar l'exemple aportat pel professor i simplement modificar alguns aspectes de forma o de funcionament, o bé proposar el seu propi algoritme a partir de les seves pròpies idees. A més, al final del procés havien d'elaborar un petit escrit explicant el seu procés de disseny de la simulació, explicant els passos que havien seguit, els raonaments que havien utilitzat i les dificultats a que s'havien enfrontat.

Resultats obtinguts

Tot i tractar-se d'una activitat voluntària, la implicació de l'alumnat va ser molt positiva, sobretot pel que fa a alguns estudiants que fins al moment havien tingut majors dificultats i menor interès per les ciències. A través del seguiment i l'orientació feta pel professor, aquest va poder copsar com enfrontar-se al repte d'aprendre Scratch i construir

una simulació d'aquestes característiques va esdevenir una veritable motivació per alguns dels estudiants.

A més, durant el procés, van sorgir múltiples qüestions a resoldre, tant pel que fa a conceptes científics (sobre la taxa de letalitat, l'aleatorietat en el comportament del model, les implicacions que tenia el fet d'estar infectat, etc.) com conceptes computacionals (la definició de variables en el programa, les condicions que calia posar per executar una operació, etc.). El professor va jugar el paper d'acompanyament al llarg del procés, orientant de forma individual cada estudiant amb el seu programa. A més, l'existència de tutorials a Youtube i de programes fets per altres usuaris en la mateixa plataforma Scratch va permetre a cada estudiant orientar la seva simulació cap a formes diferents.

En la figura 3 es mostra l'exemple de la simulació feta per un d'aquests estudiants, que va acompanyat d'un text explicatiu on s'expressen les "regles del joc" de la simulació. Podem veure com aquest estudiant fa servir la idea de "ticks" com a unitat de temps, que correspon a cada iteració del comandament "repe-teix".

"Hi ha 50 persones, que són boles. Una persona està contagiada i les altres estan sanes. Quan un contagiad toca a una persona sana hi ha una possibilitat d'1 entre 20 que es contagii. Quan una persona està contagiada té una probabilitat de morir, si aconsegueix no morir, pot curar-se si fa 500 ticks que està infectada".

En aquest model podem observar com l'alumne ha afegit una variable nova respecte el model proposat pel professor, que anomena "*probabilidad muerte*", que fa servir per generar valors aleatoris per definir si un individu infectat mort o no. Seguidament, l'alumne afegeix al seu model una curiosa nova regla de joc, que podria entendre's com una mena de "poder curatiu" als individus recuperats (cosa que no correspon amb el comportament real de l'epidèmia):

"Les persones que s'han recuperat quan tenen contacte amb persones infectades no només no

agafen la malaltia, sinó, que també fan que la persona infectada es curi".

El mateix estudiant finalitza la seva explicació plantejant quins són els dos escenaris amb què pot acabar l'expansió del virus, demostrant així un bon domini del model epidemiològic que s'esperava que construïssin:

"Hi ha una petita probabilitat de què el portador del virus mori abans d'infectar a algú. Quan no quedin contagis o persones sanes, s'obrirà una pantalla amb els resultats".

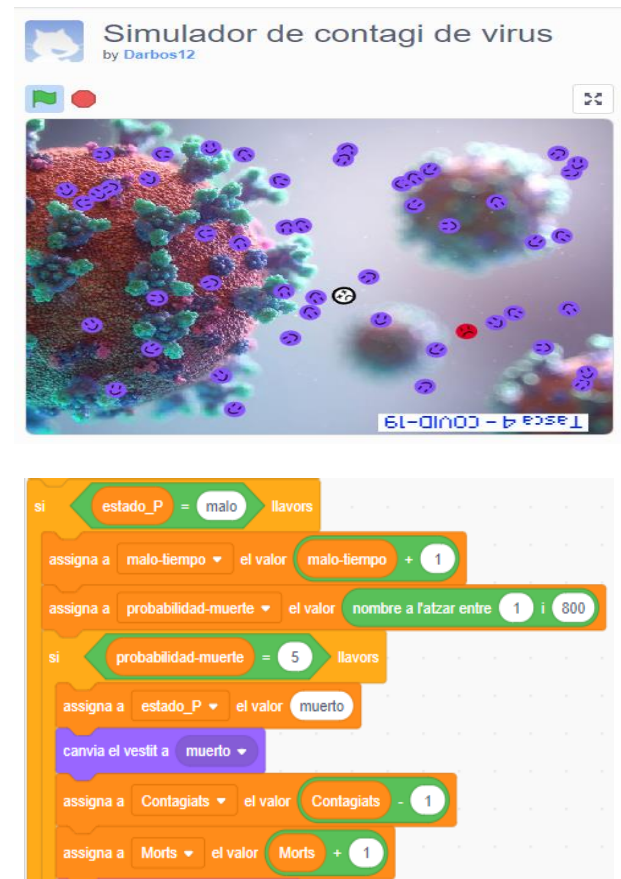


Figura 3. Exemple de simulació on les persones de color lila són susceptibles a ser infectades, les vermelles estan infectades i les blanques han mort. Font: <https://scratch.mit.edu/projects/396242602>

En la figura 4 es mostra el producte final d'un altre estudiant que, inspirant-se en altres simulacions fetes per experts, no fixa la probabilitat de contagis en 1/20 com en el cas de la figura 3, sinó que permet que aquesta variï en funció del nombre de gent que es queda confinada a casa (definint la variable “% *personas en casa*”). A més, aquest estudiant, afegeix una representació gràfica en funció del temps, fent servir l'opció “llapis” d'Scratch, que permet traçar una gràfica amb els valors del nombre d'infectats en cada unitat de temps.

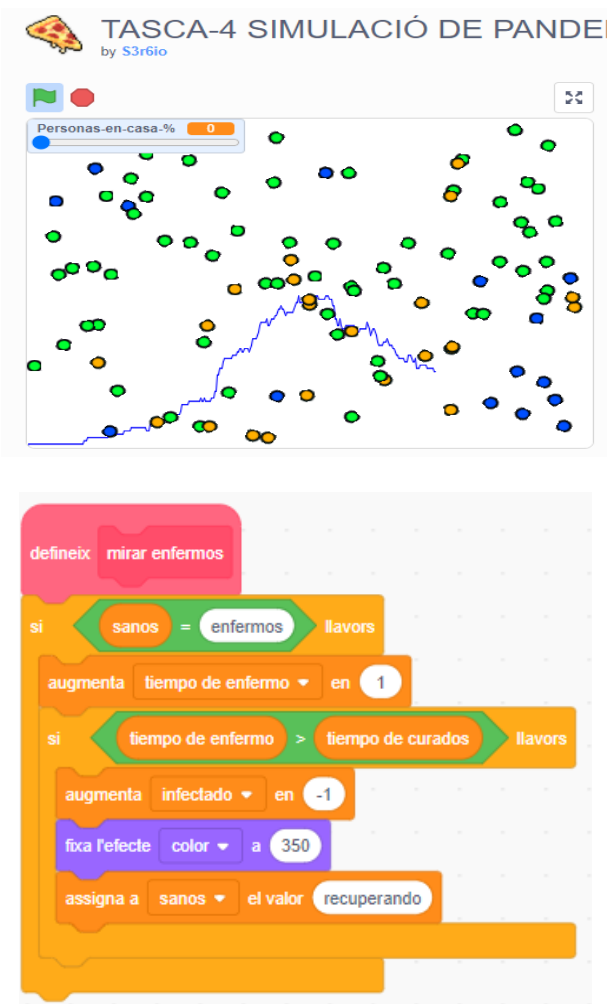


Figura 4: Exemple de simulació on les persones de color blaves són susceptibles a ser infectades, les taronges estan infectades i les blaves estan recuperades. <https://scratch.mit.edu/projects/393747105>

Valoració de l'activitat

El repte de programar a través del llenguatge de programació Scratch és un repte complex, ja que obliga a l'alumnat a pensar la manera de representar un fenomen també complex com és la propagació d'un virus, amb totes les variables i condicionants que existeixen. És una activitat que no té una “solució bona”, sinó que cada simulació té una validesa i un grau de similitud amb el món real, i en això rau part del seu potencial didàctic.

En primer lloc, des del punt de vista STEM, aquesta activitat permet incorporar les diferents mirades de l'àmbit, ja sigui complementant-les o aprofundint en una mirada particular científica (S), tecnològica-enginyeril (T-E) o matemàtica (M) (Couso, 2017). Així, en funció del curs on es vulgui dur a terme, el context educatiu i el grau de profunditat, es podria donar un enfocament o un altre:

-S: Quins criteris es fan servir per definir la probabilitat de morir un cop infectat? En què ens basem per dir si una persona un cop recuperada es pot tornar a infectar? Quines altres variables poblacionals podríem fer servir per refinar el model?

-T-E: quins són els blocs de programació que permeten fer funcionar el model de forma òptima? Quins errors del programa podem depurar?

-M: Quines semblances i diferències té el nostre model amb un model de creixement totalment exponencial? Com podem caracteritzar el ritme de canvi d'una magnitud i quina informació ens dona respecte la funció primitiva?

En segon lloc, pel que fa a l'exercici de modelització pròpiament dit, el fet d'haver de definir les “regles del joc” de la simulació, obliga a l'alumnat a prendre moltes decisions sobre el comportament del model, i per tant, representa una oportunitat per fer aflorar les seves idees o concepcions prèvies. Per exemple, l'estudiant que ha fet la simulació de la figura 3 fa servir un model pel qual si una persona infectada en toca una altra, aquesta segona s'infecta, però si una persona recuperada toca una d'infectada, aquesta segona

també es recupera. Per tant, enfrontar a l'alumnat en la presa de decisions de com ha de ser el seu model és una bona oportunitat per involucrar-los en l'expressió i revisió genuïna de les seves idees. A més, l'activitat també porta a l'alumnat a prendre consciència de com un model és sempre una simplificació del món real on hi ha moltes més variables i factors que intervenen, i que no tots aquests comportaments es poden simular de forma senzilla.

Finalment, pel que fa al grau d'obertura i guiatge de l'activitat pot ser molt variat havent-hi avantatges i inconvenients: si es donen pautes molt concretes, el resultat final pot ser de major qualitat, però el grau d'apropiació per part de l'alumnat pot ser menor, ja que si no s'acompanya l'activitat d'una reflexió específica i enfocada, es corre el risc que aquests només segueixin un seguit d'instruccions sense entendre què fan. Per contra, si no hi ha pautes o indicacions l'alumne pot trobar-se desorientat o bloquejat, cosa que també pot provocar frustració i abandonament de l'activitat. És el repte del docent, per tant, aportar les bastides i el guiatge òptim en cada moment, com ara oferir programes inacabats que l'alumne ha de completar, donar accés a altres programes fets per 3rs i oferir l'avaluació formativa que permeti a l'alumne avançar en cada moment.

BIBLIOGRAFIA

- Caamaño, A. (2020). Grandes ideas y cuestiones clave del currículo de química. *Alambique*, 100, 23-32.
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències*, 34, 22-30.
- Couso, D. (2020). *Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo*. En Couso, D., Jimenez-Liso, M.R., Refojo, C. & Sacristán, J.A. (Coords) Enseñando Ciencia con Ciencia. FECYT & Fundación Lilly. Madrid: Penguin Random House.
- Della costa, G. M., & Occelli, M. E. (2020). Análisis de simulaciones computacionales para la enseñanza del modelo de evolución biológica por selección natural. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 17(2), 2201.

- Departament d'Ensenyament (2014). Competències bàsiques de l'àmbit científicotecnològic. Identificació i desplegament de l'educació secundària obligatòria. Generalitat de Catalunya.
- Domènech-Casal, J. (2019). *Aprendizaje basado en proyectos, trabajos prácticos y controversias. 28 propuestas y reflexiones para enseñar Ciencias*. Barcelona: Ediciones Octaedro.
- Domènech-Casal, J. (2020). Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3202-3202.
- Erduran, S. (2020). Science Education in the Era of a Pandemic: How Can History, Philosophy and Sociology of Science Contribute to Education for Understanding and Solving the Covid-19 Crisis? *Science & Education*, 1-3.
- López, V., Couso, D., i Hernandez, M. I. (2020). Nuevas miradas sobre el currículo de física. *Alambique*, 100, 16-22.
- Lopez, V., i Hernandez, M. I. (2015). Scratch as a Computational Modelling Tool for Teaching Physics. *Physics Education*, 50(3), 310-316.
- López, V.; Couso, D.; Simarro, C.; Garrido, A.; Grimalt-Álvaro, C.; Hernández, M.I.; Pintó, R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. *Enseñanza de las Ciencias*, número Extraordinario 2017, 691-697.
- Marbà, A. (2020). Claves para mejorar el currículo de Biología. *Alambique*, 100, 33-40.
- Martínez, B., Cortés, A. L. (2020). Los retos de currículo de geología. *Alambique*, 100, 41-47.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Rodríguez-Muñiz, L. J., Muñiz-Rodríguez, L., Vásquez Ortiz, C. A., & Alsina, Á. (2020). ¿Cómo promover la alfabetización estadística y de datos en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para Educación Secundaria. *Números: Revista de didáctica de las matemáticas*, 2020, vol. 104, p. 217-238.
- Sanmartí, N. (2003). Ensenyar ciències a partir d'un currículum fonamentat en el desenvolupament de competències bàsiques. Actes Del Congrés de Competències Bàsiques., 1-18.

[1] <http://www.scratch.mit.edu>