



## El COVID-19: investigación de educación en ciencias y aportes para trabajo de aulas

- COVID-19: Science Education Research and Contributions for Classroom Practice
- COVID-19: pesquisa em educação em ciências e contribuições para sala de aula

María del Rocío Hernández-Hernández\*    
Alma Adrianna Gómez-Galindo\*\*  

### Forma de citar este artículo:

Hernández-Hernández, M. del R. y Gómez-Galindo, A. A. (2025). El COVID-19: investigación de educación en ciencias y aportes para trabajo de aulas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (57), 49 - 64. <https://doi.org/10.17227/ted.num57-20707>

### Resumen

Desde una mirada compleja, exploramos cómo se podría abordar el contenido de la pandemia por COVID-19 en las aulas de educación básica. Para responder a este interrogante, se realizó una revisión documental de literatura especializada con un corpus de veinticinco textos. Los resultados apuntan a la distinción entre los conceptos de *infección* y *pandemia* para esclarecer las esferas sociales, políticas y económicas que esta última engloba. Se posicionan la combinación de múltiples modelos, la multirreferencialidad y las controversias sociocientíficas como marcos clave para el desarrollo de esta mirada compleja en las aulas. Se discuten cinco dimensiones sociales que son abordadas en estos artículos. Esta revisión forma parte de una investigación más amplia en la que se analiza el tratamiento de la pandemia en el currículo y el aula en el contexto mexicano de reforma educativa actual, por lo que discutimos el reto de concretar estas ideas en las aulas.

### Palabras clave

educación científica; enfermedad infecciosa; COVID-19; educación básica

### Abstract

From a complex perspective, we explore how the content of the COVID-19 pandemic could be addressed in elementary school classrooms. To answer this question, a documentary review of specialized literature was conducted, analyzing a corpus of 25 texts. The results highlight the need to distinguish between the concepts of *infection* and *pandemic* to clarify the social, political, and economic spheres encompassed by the latter. The combination of multiple models, multi-referentiality, and socio-scientific controversies is positioned as

\* Doctorante en el Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav, Ciudad de México, México. [rocio.hdz@cinvestav.mx](mailto:rocio.hdz@cinvestav.mx)

\*\* Investigadora del Cinvestav, Unidad Monterrey, Apodaca NL, México. [agomez@cinvestav.mx](mailto:agomez@cinvestav.mx)

Artículo de investigación

Fecha de recepción: 25/01/2024  
Fecha de aprobación: 16/08/2024  
Fecha de publicación: 01/01/2025



key frameworks for developing this complex perspective in classrooms. Five social dimensions addressed in these articles are discussed. This review is part of a broader research project that examines how the pandemic is approached in the curriculum and classroom within the context of current Mexican educational reform, leading to a discussion on the challenge of implementing these ideas in classrooms.

#### Keywords

scientific education; infectious disease; COVID-19; elementary school

#### Resumo

A partir de uma perspectiva complexa, exploramos como o conteúdo da pandemia de COVID-19 poderia ser abordado nas salas de aula da Educação Básica. Para responder a essa questão, foi realizada uma revisão documental da literatura especializada, analisando um corpus de 25 textos. Os resultados destacam a necessidade de distinguir entre os conceitos de *infecção* e *pandemia* para esclarecer as esferas sociais, políticas e econômicas que esta última abrange. A combinação de múltiplos modelos, a multirreferencialidade e as controvérsias sociocientíficas são posicionadas como marcos-chave para o desenvolvimento dessa perspectiva complexa nas salas de aula. São discutidas cinco dimensões sociais abordadas nesses artigos. Esta revisão faz parte de uma pesquisa mais ampla que analisa a tratamento da pandemia no currículo e na sala de aula no contexto da atual reforma educacional mexicana, o que leva à discussão sobre o desafio de concretizar essas ideias nas salas de aula.

#### Palavras-chave

educação científica; doença infecciosa; COVID-19; educação básica

## Introducción

En México, desde el año 2018 y hasta el 2024, nos encontramos inmersos en una reforma educativa conocida como la *Nueva Escuela Mexicana*, que postula un currículo integrado. Este pretende abordar temas transversales relacionados con problemáticas complejas de las comunidades en las que habitan las y los estudiantes (SEP, 2022a). En este contexto, la enfermedad causada por el coronavirus SARS-CoV-2, que produce el síndrome agudo respiratorio severo, conocido como COVID-19, representó uno de los problemas contemporáneos más significativos y complejos de la humanidad. En el marco de una investigación más amplia, en la que exploramos este tema en el currículo y en el aula, nos preguntamos: ¿cómo se podría abordar el contenido de la pandemia por COVID-19 en las aulas de educación básica?

Con el objetivo de dar respuesta a esta pregunta y rescatar lo analizado hasta el momento, ya sean reflexiones teóricas o investigaciones empíricas, realizamos, para este artículo, una revisión de la literatura desde la educación en ciencias sobre el abordaje de la pandemia. En el campo de la educación, este tipo de revisiones es útil, pues proporciona una visión general de lo que se sabe sobre un tema específico, destaca áreas que requieren más investigación —guiando futuros estudios—, analiza enfoques y métodos de investigación que han resultado favorables y facilita la comunicación entre investigadores y educadores —fomentando la colaboración e intercambio de ideas— (Reyes, 2023).

La enfermedad por COVID-19 evidenció la condición de fragilidad en la que nos encontramos como especie y como sociedad. No estamos únicamente frente a una guerra de la humanidad contra el virus —esta concepción se reduce a la relación entre los

microorganismos patógenos y las enfermedades infecciosas—. De acuerdo con Henao-Kaffure y Peñaloza (2021), al mirar la enfermedad solo desde el aspecto biológico, los Estados y sus instituciones actúan en la implementación de barreras microbiológicas que impiden la convergencia entre el coronavirus y los humanos, como si estas medidas resolvieran los problemas estructurales en los que se entretuje, entre ellas, las relaciones de poder mundiales y la desigualdad.

Desde este punto de vista, y dado que varios autores coinciden en que el COVID-19 no será el último problema de salud global que enfrentaremos como humanidad (Kafai *et al.*, 2022; Leung y Cheng, 2020; Rezende *et al.*, 2021; Valladares, 2021; Zucker y Noyce, 2020), la educación en ciencias tiene el desafío de construir una perspectiva compleja al respecto. Lo que la pandemia de COVID-19 ha dejado al descubierto es que enseñar a la niñez y juventud sobre enfermedades infecciosas no debe ser un lujo, sino una necesidad social, ya que no se trata más de enfermedades que asolan lugares distantes o que sucedieron en un pasado lejano. Los jóvenes necesitan la oportunidad de participar en la ciencia y aprender sobre la epidemiología de las enfermedades infecciosas en el entorno del aula (Kafai *et al.*, 2022).

## ¿Dejando atrás la mirada biologicista?

## Hacia una comprensión de la complejidad de la pandemia

Cabe aclarar que no estamos en contra de que la educación en ciencias se ocupe del abordaje del COVID-19 como enfermedad infecciosa. Distinguiremos, entonces, la enfermedad infecciosa ocasionada por el SARS-CoV-2, que abordaría cómo operan los

virus, cuáles son los mecanismos de transmisión, cómo funcionan las vacunas y cuáles son las formas en que se puede evitar el contagio, ya sea entre personas o, dada la naturaleza de la enfermedad, entre animales y humanos, debido a que lo consideramos fundamental. Sin embargo, la infección por SARS-CoV-2 no ocurre en el vacío, por lo que utilizaremos el concepto de *pandemia* para abordar los aspectos sociales, económicos y políticos en los que esta enfermedad se desarrolla.

Esta perspectiva no sugiere que los contenidos se aborden de forma aislada: por un lado, la infección y, por otro lado, la pandemia. Por el contrario, pretendemos que esta distinción contribuya a tener claridad sobre la unificación de las dos miradas en el aula, enfatizando que la infección por SARS-CoV-2, que desató una pandemia, no ocurrió solo por la transmisión zoonótica de un murciélago en Wuhan, sino en medio de estructuras sociales, políticas y económicas mundiales. En consonancia con Revel y Adúriz-Bravo (2022), consideramos que el enfoque biomédico dominante de este contenido, que alude a explicaciones monocausales, resulta reduccionista y un obstáculo para comprender los problemas de salud pública.

Kafai *et al.* (2022) llevaron a cabo una búsqueda exhaustiva de artículos en bases de datos y revistas internacionales de educación en ciencias para identificar todas aquellas intervenciones de enseñanza sobre enfermedades respiratorias infecciosas con estudiantes de primaria y secundaria en los últimos veinte años. En las investigaciones actuales relacionadas con el COVID-19, encontraron que la mayor proporción de artículos se refería al impacto que este tuvo en la administración escolar y la reapertura de escuelas, en lugar de una educación sobre enfermedades infecciosas. Respecto a los artículos relacionados con las intervenciones educativas sobre enfermedades respiratorias, encontraron muy pocas, tan solo 23 en 20 años, y la mayoría se apegaba únicamente a la biología básica de la enfermedad infecciosa, que cubre los gérmenes, los virus y la actividad a nivel del sistema inmunitario, todo lo relacionado con lo que sucede dentro del cuerpo humano o entre dos cuerpos humanos. Esta investigación evidencia la necesidad de intervenciones de enseñanza que aludan a las enfermedades zoonóticas y a la pandemia, no solo a la infección.

### Alternativas a la mirada biologicista

Tres de las líneas propuestas por diversos autores para el abordaje del COVID-19 en las aulas son considerarlo desde las controversias sociocientíficas, la multirreferencialidad y a partir de la combinación de múltiples modelos. Estas miradas parecen ser una contribución significativa para que los estudiantes comprendan cómo una infección se configura como pandemia, pues abordan el aspecto biológico y social del fenómeno.

Para Reiss (2020), los desafíos de abordar una enfermedad de origen zoonótico, como lo es el COVID-19, se resuelven mediante la combinación de múltiples modelos y enfoques de modelado que aclaran los diversos procesos epidemiológicos, ecológicos y sociales en juego. Estos modelos no deben entenderse como una ciencia neutral que informa la política de manera lineal, sino que tienen vida social y política: normas y valores sociales, culturales y políticos que dan forma a su desarrollo. Kafai *et al.* (2022) explican que necesitamos comprender y enseñar la ciencia de las enfermedades infecciosas en la educación, no solo en lo que respecta a la protección de un individuo o de una pequeña comunidad, sino también en lo que respecta a nuestras responsabilidades sociales comunitarias para detener la propagación de enfermedades. Esto apunta a la necesidad de una comprensión específicamente sociocientífica de las enfermedades infecciosas en todos los niveles educativos.

En consonancia con estas propuestas, Revel y Adúriz-Bravo (2022) plantean que las múltiples dimensiones de la enfermedad deben examinarse en las aulas si apuntamos a un aprendizaje de las ciencias que permita a los estudiantes utilizar de manera competente el conocimiento científico frente a un problema sociocientífico de la magnitud del COVID-19. Esas dimensiones sociales, culturales, económicas e incluso psicológicas pueden introducirse a través de narrativas cuidadosamente construidas sobre la pandemia, con sus elementos constitutivos que se completan

utilizando información multirreferencial sobre la enfermedad.

## Metodología

Para conocer qué nos dice la investigación en educación en ciencias sobre la complejidad del abordaje del COVID-19 en las aulas, se realizó una revisión sistemática de tipo cualitativo (Sánchez *et al.*, 2022) sobre la literatura especializada en el periodo de 2020 a 2022. Este periodo se justifica con el inicio de la pandemia, declarado en marzo de 2020. La búsqueda de artículos se llevó a cabo en diciembre de 2022 y las bases de datos consultadas fueron EBSCO y Springer.

## Criterios de selección de artículos

Los criterios de selección de la literatura fueron: a) que la reflexión o propuesta tuviera una mirada crítica e integradora que concibiera al COVID-19 más allá de su aspecto biológico; b) que el escrito incluyera principalmente una reflexión o propuesta pedagógica para educación básica (primaria o secundaria) sobre el COVID-19, vinculada con la educación en ciencias. Se realizó un análisis de contenido cualitativo de los trabajos encontrados en función de dos preguntas de investigación: 1) ¿Cómo se podría abordar el contenido de la pandemia por COVID-19 en las aulas de educación básica? 2) ¿Cuáles son los elementos o dimensiones propuestas desde la educación en ciencias para abordar la pandemia por COVID-19 en la escuela? Los criterios se pueden resumir en la siguiente tabla.

**Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión**

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Estudios en educación en ciencias con una mirada crítica o integradora que considere a la pandemia más allá de su aspecto biológico.	Estudios que no son de educación en ciencias o que, si lo son, no analicen los aspectos sociales de la infección por SARS-CoV-2.
Artículos publicados entre marzo de 2020 y noviembre de 2022.	Artículos publicados fuera del intervalo de tiempo mencionado.
Estudios en revistas indexadas y en formato de texto completo.	Estudios no disponibles en formato de texto completo.
Estudios realizados o sugeridos en contextos educativos formales.	Estudios realizados o sugeridos en contextos educativos informales.

**Fuente:** elaboración propia.

Se decidió incluir los trabajos de educación básica pensando en el contexto de la reforma educativa mexicana en curso, ya que en este nivel se están proponiendo los cambios más importantes en términos de organización curricular y de fundamentos epistemológicos. Destacan entre ellos las epistemologías del sur, las pedagogías críticas, decoloniales y populares, entre otras (Frade, 2022). Por eso, consideramos importante conocer lo que nos dice la literatura sobre el abordaje de la pandemia en este nivel educativo y cuáles son las propuestas que surgen después de una crisis sanitaria tan importante a nivel mundial.

### Elaboración de corpus de lectura y de categorías de análisis

El corpus de lectura se consolidó en diciembre de 2022, cuando se identificaron, eligieron y organizaron los artículos. La creación de categorías se realizó entre enero y abril de 2022, y se incorporaron a la discusión los textos.

1) Los términos empleados para la búsqueda fueron: *(COVID-19) AND (science education) AND (elementary education) OR (elementary school) OR (K-12) OR (primary school) OR (basic education); (pandemic) AND (science education) AND (elementary education) OR (elementary school) OR (K-12) OR (primary school) OR (basic education); (COVID-19) AND (science education) AND (teaching) OR (teaching strategies); (pandemic) AND (science education) AND (teaching) OR (teaching strategies)*. Aunque la mayoría de los artículos encontrados con la búsqueda de estas palabras hacían referencia a los efectos del COVID-19 en la educación, la elección se efectuó con base en aquellos que lo consideraran un contenido curricular. Este criterio redujo el número de artículos; no obstante, la intención era tener exclusivamente aquellos que se relacionaran con el objetivo de la búsqueda. Para llevar a cabo esta elección, primero se leyeron los títulos de cada artículo, y si el título evocaba alguna reflexión sobre la enseñanza y aprendizaje de la pandemia o alguna intervención, se procedía a leer el resumen. Con base en la lectura del resumen, se seleccionaron aquellos artículos que tuvieran alguna reflexión sobre la pandemia como contenido curricular y los que se relacionaran con la educación básica. Se elaboraron carpetas para la descarga de este corpus, de acuerdo con el tipo de artículos encontrados: unos

con propuestas de intervenciones, los cuales se centran en reflexiones de tipo teórico, y otros con datos empíricos acerca de intervenciones educativas ya realizadas.

**Tabla 2.** Resumen de artículos obtenidos por tipo

Tipo de artículo	Propuestas de intervenciones	Datos empíricos
N.o de artículos seleccionados	16	9

Fuente: elaboración propia.

2) Dada la especificidad de la búsqueda y selección, se obtuvieron veinticinco artículos. Para estudiarlos, se empleó un análisis documental cualitativo (Bernete, 2013). Se encontraron una serie de elementos coincidentes discutidos por autores de varios países, los cuales consideran necesarios para abordarse en las aulas. Para organizar los datos obtenidos de este análisis, se clasificaron los elementos o dimensiones abordadas de la pandemia en cinco apartados: 1) explotación de recursos naturales; 2) desigualdades sociales que originó y en las que se desencadenó; 3) historia de esta y otras pandemias; 4) desconfianza en la ciencia, y 5) temas controversiales sobre el surgimiento y cura.

## Resultados

### Explotación de recursos

En este apartado se retoman discusiones de tres de los artículos del corpus analizado para ejemplificar los elementos que se sugiere analizar en las aulas y que relacionan la explotación de recursos naturales con el surgimiento de la pandemia:

De acuerdo con Sousa-Santos (2020), los efectos negativos de la pandemia sobre la Tierra y la humanidad se vieron exacerbados por las dimensiones planetarias que ha tomado el capitalismo. La crisis sanitaria actual

está conectada con la crisis ecológica, ya que ambas son manifestaciones de este modelo de sociedad que se basa en la explotación ilimitada de los recursos naturales.

Rezende *et al.* (2021) imaginan una educación científica que luche por la preservación del planeta, sea crítica con el modelo capitalista de sociedad y valore el conocimiento del sur global. Los autores plantean situar la explotación humana descontrolada de los recursos del planeta como factor responsable de la degeneración del medio ambiente, así como del surgimiento de la pandemia. Su propuesta se basa en la experiencia vivida en Brasil, segundo país con más muertes a causa del COVID-19, detrás de Estados Unidos de América (EUA). Según los autores, Brasil fue responsable de un tercio de la pérdida de bosques tropicales del mundo en 2020, y los incendios en la Amazonia aumentaron significativamente. Desde entonces, el gobierno perdió inversionistas internacionales debido al desmantelamiento de la política ambiental impulsada por la gestión administrativa de ese momento. Brasil se convirtió en caldo de cultivo de nuevas variantes del coronavirus y en una amenaza para los esfuerzos de vacunación de todos los países. Con base en esa experiencia, los autores enfatizan que la educación científica debe reconocer cómo la actividad humana puede reducir la biodiversidad y hacer que las especies se conviertan en los mejores anfitriones de patógenos que pueden infectar a los humanos.

La propuesta de Forsythe y Chan (2021) es abordar la pandemia como tema sociocientífico desde una educación centrada en la justicia, que considere los aportes de la educación ambiental (EA). Esta postura se enriquece con pedagogías centradas en la justicia, por ejemplo, al pensar en los impactos negativos en la salud de la mayoría de los contaminantes, que a menudo se concentran alrededor de los

almacenes de entrega, generalmente ubicados en vecindarios económicamente desfavorecidos. Por lo tanto, las decisiones tomadas por algunas personas para proteger su salud al quedarse en casa y pedir productos en línea probablemente hayan causado que otras personas menos favorecidas enfrenten mayores amenazas para su salud en sus respectivos hogares. Resolver estos problemas mientras se abordan las desigualdades requiere la aplicación integrada del conocimiento científico-ambiental y las preocupaciones sociopolíticas.

Como se puede apreciar, este último estudio también aborda aspectos de desigualdad social que desencadenaron la pandemia. Al respecto, en el siguiente apartado se discuten otros tres artículos que, junto al mencionado, sumarían cuatro de los que aborda la dimensión de desigualdades.

### Desigualdades sociales que originó y en las que se desencadenó la pandemia

Tebeck (2021) realiza una analogía sobre las partículas en la atmósfera, que se mueven al azar, y el movimiento de los virus, que es semejante; por lo tanto, se esperaría que la tasa de propagación del coronavirus fuera la misma entre las personas, sin importar su condición económica. Sin embargo, está lejos de ser igual: las tasas de propagación del coronavirus aumentan con una alta densidad de población. Algunas comunidades viven en hogares con un alto nivel de hacinamiento, por lo que es poco probable que implementen reglas de distanciamiento social. Otras personas no tienen suficientes fondos en sus ahorros para cubrir emergencias de salud, lo que amplifica las desigualdades socioeconómicas. Henao-Kaffure y Peñaloza (2021) explican que, más que un ataque y colonización de células de muchas personas al mismo tiempo por algún tipo de microorganismo patógeno, las pandemias se configuran como procesos históricos que se materializan en nuestra corporeidad humana como sujetos y como sociedad, en medio del dolor, la enfermedad y la muerte, generalmente de forma diferencial entre clases sociales, géneros y etnias. Tener esta mirada permitiría emprender esfuerzos con un sentido y una dirección más transformadores.

Ke *et al.* (2021) proponen que los estudiantes, además de ser capaces de explicar cómo el virus infecta el cuerpo humano mediante el desarrollo de modelos, también es importante que comprendan qué tan contagioso es el COVID-19 y reflexionen sobre las áreas densamente pobladas. Para ello, pueden usar un modelo que les ayude a predecir en qué medida un bajo nivel de distanciamiento social dentro de un área densamente poblada puede aumentar la propagación viral. Desde un punto de vista de modelado matemático y de datos, la noción de crecimiento exponencial es un concepto importante para dar sentido al contagio del COVID-19. Es crucial que los estudiantes comprendan cómo el COVID-19 es relevante para los diferentes sectores de la sociedad (economía, política, salud pública). Además, es importante que los estudiantes reconozcan

que sus decisiones personales podrían afectar otros elementos del sistema relacionados con el problema.

## Historia de esta y otras pandemias

En este apartado se alude a tres investigaciones que plantean la importancia de situar la historia de esta y otras pandemias en las aulas para conocer las medidas antes tomadas y observar la pandemia como un proceso de configuración.

Erduran (2020) hace un llamado a mirar la historia de la ciencia, ya que esta se encuentra repleta de innumerables lecciones sobre las pandemias en términos de sus dimensiones sociales, éticas, científicas y médicas. Reiss (2020), por su parte, considera que la forma más obvia en que un educador de biología podría ver el papel de la historia de la ciencia en la época del COVID-19 es considerando pandemias pasadas. Por ejemplo, existe una implementación de medidas similares entre la pandemia de influenza y el COVID-19; en ambas se usaron máscaras, se prohibieron las reuniones públicas, se cerraron escuelas y negocios, se recomendaron buenas prácticas de higiene, se establecieron hospitales improvisados y se hicieron intentos desesperados de fabricar una vacuna.

Desde una perspectiva histórico-territorial sobre el COVID-19, Henao-Kaffure y Peñaloza (2021) explican la necesidad de mirar a la pandemia como un proceso de configuración desde una cronología detallada de los coronavirus en China. A raíz de la liberalización de su economía socialista en 1980, surge un mercado de vida silvestre con el objetivo de terminar con las hambrunas campesinas; sin embargo, este se convirtió en un mercado de lujo para consumidores adinerados del mundo. Los autores describen las epidemias ocurridas en 2002 y 2010, ambas relacionadas

con un tipo de coronavirus en ciudades de China. Además, presentan las relaciones entre países del Medio Oriente y África sobre el transporte de dromedarios, que formaron parte de la cadena de propagación del virus. Estos animales son transportados desde países como Somalia y Sudán hacia Egipto y el Medio Oriente para el turismo, justificado con narrativas de desarrollo económico para los pastores de los países africanos.

Gracias a estos artículos podemos apreciar los aspectos políticos, económicos e ideológicos de la pandemia en perspectiva histórica. A través de la historia se puede conducir a los estudiantes a examinar datos y cuestionar prácticas humanas de esta y otras épocas.

## Desconfianza en la ciencia

Una dificultad explorada por diversos autores con respecto a la educación en ciencias es la creciente desconfianza en la ciencia por parte de la población. En este apartado discutimos seis artículos del corpus que abordan este elemento, el cual consideramos clave para su tratamiento en las aulas (Allchin, 2020; Estigarríbia *et al.*, 2022; Leung y Cheng, 2020; Rosenberg *et al.*, 2022; Willig y Monteiro, 2022; Zeynep *et al.*, 2022).

De acuerdo con Kafai *et al.* (2022), la noción mal informada de que la ciencia debe ser absoluta, cuando la naturaleza misma de la ciencia está enraizada en su provisionalidad, indica una urgencia creciente para que los educadores ayuden a involucrar a un público más informado y educado. Al respecto, Willig y Monteiro (2022) explican que el nacimiento de la ciencia moderna está marcado por la búsqueda de un rigor metodológico y una verdad absoluta. Más adelante, durante el siglo xx, se puso bajo sospecha esta imagen, así como los ideales epistemológicos y sociales

que inspiraba. En particular, los estudios sobre los impactos ambientales del progreso modernista, así como el peligro evidente de los conflictos geopolíticos, revelaron que la ciencia no podía considerarse una práctica neutral o inofensiva. Durante este periodo, diferentes estudios comenzaron a señalar los aspectos sociales, políticos, económicos y no racionales de la ciencia, algunos de los cuales se conocieron con la etiqueta general de *posmodernismo*.

Rosenberg *et al.* (2022) coinciden en que la incertidumbre es omnipresente en la ciencia, por lo que proponen que un enfoque bayesiano puede ayudar a los estudiantes a comprender la incertidumbre y generar confianza en la ciencia. Este enfoque permitiría concebir el conocimiento científico no como correcto o incorrecto, o verdadero o falso, sino con los grados de creencia que uno podría expresar considerando información previa y nueva evidencia. Una parte central de las contribuciones de los métodos bayesianos es ver la incertidumbre de forma probabilística, ya que las probabilidades pueden proporcionar un lenguaje para expresar el grado de incertidumbre en nuestro conocimiento en una amplia gama de dominios.

Leung y Cheng (2020) explican que la ciencia escolar convencional se enfoca en gran medida en la confiabilidad de los datos y la evidencia, más que en la confiabilidad de las personas que hacen afirmaciones científicas. Esta falta de consideración del factor humano hace que la ciencia escolar convencional sea inadecuada para ayudar a los estudiantes a emitir juicios informados sobre cómo otorgar confianza. Sin embargo, se ha demostrado que, cuando las personas toman decisiones sobre temas controvertidos que están indisolublemente ligados a sus visiones del mundo o puntos de vista políticos, incluso aquellos que tienen un gran conocimiento numérico tienden a interpretar los datos de una manera que afirmarían o protegerían sus puntos de vista existentes.

Erduran (2020) expone que la creciente desconfianza en la ciencia es, a veces, promovida deliberadamente con fines políticos, como la negación del cambio climático. Allchin (2020) explica cómo muchos líderes cívicos caracterizaron el virus como nada más grave que la gripe estacional y aseguraron al público que las cosas estaban “totalmente bajo control”. Matuk *et al.* (2021) llevaron a cabo una investigación donde exploraron cómo los estudiantes de educación básica expresaron su aprecio por la ciencia en un fenómeno emergente como el COVID-19. Algunos estudiantes participantes en el estudio señalaron explícitamente la información contradictoria sobre COVID-19 que se comunicó al público y describieron su desconfianza en ciertas fuentes. Otros estudiantes señalaron que solo confiaban en la información de los sitios web científicos o de fuentes de noticias acreditadas o agencias gubernamentales.

Como podemos ver, la confianza en la ciencia puede erosionarse cuando los científicos cambian de forma individual o colectiva sus puntos de vista, como ocurrió durante la primera fase de la crisis de COVID-19. Las críticas hacia la ciencia por parte del público, los medios y los políticos, por cambiar sus

recomendaciones en función de nuevos datos y hallazgos, pueden ser abordadas en las aulas para otorgar un lugar a la argumentación científica.

### Temas controvertidos sobre el surgimiento y la cura del SARS-CoV-2

En este apartado se abordan algunos temas controversiales que surgieron durante la pandemia, a partir del análisis de seis artículos que conforman el corpus de esta investigación, los cuales son sugeridos por los autores para formar parte de las discusiones en las aulas.

Entre estos temas, tenemos el caso de la hidroxicloroquina como cura para la enfermedad del COVID-19. Allchin (2020) explica que un médico rural informó resultados notables usando una mezcla de hidroxicloroquina (un medicamento contra la malaria), azitromicina (un antibiótico) y sulfato de zinc. Fue una historia inspiradora de descubrimiento científico: un médico local, modesto, que se enfrenta a un aluvión repentino de casos de COVID-19 prueba una cura de la que se informa de manera oscura y descubre que parece funcionar milagrosamente en todos sus pacientes. Esa fue la narrativa que atrajo la atención de Donald Trump, entonces presidente de Estados Unidos, quien, el 20 de marzo, la promocionó durante una rueda de prensa televisada a nivel nacional, sin tener certeza sobre su eficacia. Anthony Fauci, uno de los principales funcionarios del país en enfermedades infecciosas, observó que la evidencia de la cura era anecdótica en el mejor de los casos y advirtió de los posibles peligros. Mientras tanto, varios estudios clínicos se iniciaron rápidamente para abordar la cuestión. A principios de abril, se detuvo un estudio con 81 pacientes en Manaus, Brasil, cuando se desarrollaron complicaciones cardíacas fatales en muchos de ellos

(Allchin, 2020). Mientras tanto, en Brasil (Rezende *et al.*, 2021), el expresidente Jair Bolsonaro, siguiendo a Trump, comenzó a promover la hidroxicloroquina como la solución para el COVID-19 y a financiar su producción a gran escala por parte del ejército brasileño. Si bien los estudios desarrollados durante la pandemia indicaron la ineficacia del fármaco, el gobierno continuó promoviéndolo. A medida que se sabía más sobre la pandemia, el ministro de salud y el presidente brasileño tomaron lados opuestos: el ministro se puso del lado de la ciencia, mientras que el presidente la negó y defendió la hidroxicloroquina.

Otra controversia suscitada a raíz de la pandemia fue la afirmación de que la radiación de la tecnología 5G estaba correlacionada con el debilitamiento del sistema inmunológico de las personas, haciéndolas más vulnerables al COVID-19, y que la radiación 5G transmitía directamente el SARS-CoV-2. Un artículo científico en PubMed reafirmaba estas declaraciones; sin embargo, detrás había una revista que publicaba artículos solo por pagar una cuota, sin evaluarlos. Por ello, PubMed tuvo que retirar ese artículo de sus publicaciones, ya que no tenía validez científica (Leung y Cheng, 2020). Sobre este caso, Allchin (2020) explica que las personas, al leer esta noticia, pudieron haberse preguntado si, en realidad, la tecnología 5G podría estar comprometiendo el sistema inmunológico y haciendo que un virus común fuera más mortal. Concluye que cada uno aplica el razonamiento científico por su cuenta, y alguien con una buena formación en ciencias recordaría que la correlación no implica causalidad.

Leung y Cheng (2020) afirman que confiar en la evidencia empírica es una práctica científica clave. Sin embargo, esta es limitada como base para la evaluación cuando los estudiantes se enfrentan a afirmaciones

científicas para las cuales la evidencia es demasiado complicada y los fundamentos teóricos demasiado sofisticados. Los autores proponen ante ello: identificar las credenciales de los expertos, por ejemplo, el nivel y la relevancia de la experiencia; determinar si existe consenso en la comunidad científica, y examinar si las plataformas de publicación y los canales de difusión incluyen mecanismos de evaluación, verificación o filtrado, es decir, revisión por pares. Estos procesos epistémicos son intrínsecos al contexto social en el que se genera el conocimiento científico y se ha encontrado que están dentro de las capacidades de entendimiento de los estudiantes.

Porras (2021) expone la necesidad de una educación científica emancipatoria y propone desarrollarla por medio de un pensamiento crítico que permita a los estudiantes aplicar rigurosidad a la hora de evaluar tanto la información y las fuentes como las concepciones sobre la ciencia y la tecnología que circulan en el contexto escolar, lo que permitiría favorecer un pensamiento racional y complejo en torno a concepciones como la ineficacia de las vacunas. Si bien las vacunas no resuelven los problemas estructurales de la pandemia, sí ayudan a controlar la infección por el SARS-CoV-2. Cabe destacar que, aunque la búsqueda incesante de la vacuna fue una promesa de salvación, también tuvo sus inconvenientes. De acuerdo con Zeynep *et al.* (2022), aunque estas han sido aceptadas históricamente como una solución segura para las enfermedades por la comunidad científica, las vacunas contra el COVID-19 plantearon varios problemas, como sus efectos secundarios y su eficacia. Esto puede deberse a que el proceso de desarrollo de la vacuna pandémica del COVID-19 fue más rápido y con menos ensayos clínicos. En tales situaciones, una persona debe sopesar el riesgo de vacunarse bajo tanta incertidumbre o el de infectarse con COVID-19.

Willig y Monteiro (2022) explican que es poco probable que la divulgación científica por sí sola pueda cambiar la opinión de una persona sobre la efectividad de las vacunas; incluso debatir el papel de la ciencia en el aula, desde la perspectiva de los profesores de ciencias en la resolución de problemas, tampoco es suficiente para convencer a los estudiantes. De acuerdo con Reiss (2020), las objeciones a la vacunación comenzaron casi tan pronto como se introdujo la práctica. Las objeciones del siglo XIX incluían argumentos de que no funcionaban y eran inseguras, o que su introducción obligatoria violaba las libertades personales. Hasta el día de hoy, algunos rechazan la vacunación por las mismas razones. Tales individuos a menudo son castigados por expertos en atención médica y retratados como egoístas.

Como podemos ver, la pandemia por COVID-19 brinda a los docentes una oportunidad para contextualizar los contenidos científicos a enseñar. En particular, si queremos que los alumnos puedan explicar el surgimiento y la expansión global del SARS-CoV-2, necesitamos una noción multidimensional de los conceptos de *salud* y *enfermedad*, examinada mediante el uso de explicaciones *multicausales* y con la ayuda de múltiples referentes disciplinarios (Revel y Adúriz-Bravo, 2022).

## Discusión y conclusiones

Con el análisis cualitativo de esta revisión, podemos notar en primer lugar que hay una mayor tendencia a realizar reflexiones y propuestas sobre el abordaje de la pandemia en las aulas desde una mirada compleja, y un menor número de reportes de intervenciones en educación básica que lleven estas ideas al aula. En segundo lugar, vemos que los temas más abordados son la desconfianza en la ciencia o las controversias acerca de las causas o la cura de la enfermedad. No obstante, hace falta documentar un mayor número de propuestas o intervenciones en las que se exploren las desigualdades estructurales en las que la pandemia se desencadenó, o las que se desataron a partir de esta. También hacen falta investigaciones que aborden la relación entre la explotación de recursos naturales y el surgimiento de la pandemia. Asimismo, contamos con pocas investigaciones que se apoyen en la historia de esta y otras pandemias para ayudarnos a elaborar una mirada compleja del fenómeno.

Los estudiantes necesitan comprender la complejidad de la pandemia y otras enfermedades no solo desde la esfera biológica, sino también desde la social, política y económica; debido a que no es el primer desafío de salud al que nos enfrentamos, ni será el último. Reconocer la distinción entre infección por SARS-CoV-2 y pandemia es un acercamiento que consideramos útil para analizar cómo la infección ocurre en un contexto que no siempre desencadenará una pandemia, pero que, cuando lo hace, es porque las condiciones sociales, políticas y económicas lo propician.

El marco curricular de la *Nueva Escuela Mexicana* posiciona a la pandemia como un parteaguas del que se tomaron muchos aprendizajes para sus postulados (SEP, 2022a). Se espera que la propuesta de currículo integrado contribuya a superar la visión biologicista de

las enfermedades. Cabe señalar que en los *Libros de Texto Gratuito* se destaca la enunciación de metodologías sociocríticas y, para el caso particular del campo “Saberes y pensamiento científico”, se menciona la indagación y el enfoque STEAM (SEP, 2022b).

Ante esta situación, una serie de investigaciones que se decidió omitir de esta revisión fue precisamente la de STEAM. Su significado proviene de un acrónimo que se refiere a las áreas de conocimiento: *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas); también se emplea como STEM, sin involucrar a las artes. Aunque estas investigaciones parecen tener una visión integradora del COVID-19, las críticas abordadas por diversos autores coinciden en que los currículos basados en STEAM (como el de Brasil o EE. UU.) se enfocan en formar profesionales competitivos para la economía global (Rezende *et al.*, 2021). Smith (2022), por su parte, plantea que la agenda de educación STEM en Australia tiene un fuerte tono instrumental, asociado a una agenda neoliberal. STEM domina la educación científica australiana, aunque los datos muestran que esta dirección política no está logrando los resultados deseados. En cambio, se planea una cartera de STEM bien preparada que garantizará un suministro listo de empresarios y trabajadores para la industria. Finalmente, Forsythe y Chan (2021) explican cómo algunas respuestas a los problemas sociocientíficos se dan principalmente dentro de las prácticas STEM, que piden a los estudiantes imaginar soluciones a las causas de los impactos desproporcionados de la pandemia, sin cuestionar directamente los sistemas de poder e injusticia que crearon esas causas subyacentes. Si bien el análisis de estas posturas sobre STEAM merecería la escritura de otro artículo, nos parece pertinente señalar algunas en esta revisión para justificar nuestra decisión de omitirlas.

Aprender sobre la historia y naturaleza de la ciencia nos acerca a una visión realista de ella, lo que nos permite mantener la confianza en su desarrollo y convivir tranquilos con la incertidumbre. Que los estudiantes de educación básica tengan esta visión debería ser una prioridad en las aulas de ciencias, dado el imaginario social que prevalece, el cual sitúa a la ciencia como inamovible, precisa, neutral, absolutista e inofensiva. Comprender que la práctica de la ciencia se desarrolla en contextos sociales, políticos y económicos cambiantes permitiría caracterizarla de una forma flexible y comprenderla de manera efectiva.

Entre las propuestas e intervenciones analizadas en esta revisión, destacaron aquellas que consideran la pandemia como un tema sociocientífico. ¿Por qué se considera así? Los problemas sociocientíficos se distinguen porque (Valladares, 2021):

a) Son problemas controvertidos y abiertos que requieren de un razonamiento basado en evidencia científica para informar las decisiones asociadas a estos. Como pudimos precisar en las dimensiones sobre la pandemia, las decisiones sobre las medidas para el abordaje del COVID-19, aunque casi siempre son de corte político, deben tener un sustento científico.

b) Usan de forma deliberada temas científicos en sus dimensiones sociales, que exigen que los estudiantes participen en diálogo, discusión, debate y argumentación para su resolución. Como también apreciamos en los temas controvertidos surgidos durante la pandemia, se utilizan deliberadamente temas científicos que, de no ser discutidos, pueden resultar en tragedias.

c) Tienen componentes éticos implícitos y explícitos que requieren algún grado de razonamiento moral. Las decisiones respecto a las políticas de cuarentena y reapertura a menudo sopesaron las preocupaciones económicas y el posicionamiento político sobre la evidencia científica (Forsythe y Chan, 2021).

Situar a la pandemia como un problema sociocientífico nos permite tener aportes de otras disciplinas o propuestas pedagógicas, como la educación centrada en la justicia, la educación ambiental o la educación en salud. Esta revisión nos conduce a un panorama de las aproximaciones críticas e integradoras sobre la pandemia y nos ayuda a enfocar algunos elementos mencionados recurrentemente para su inserción en las aulas. No obstante, el reto que enfrentamos es concretar todas estas ideas planteadas por los autores en los planes y programas de estudio y en los libros de texto, para que los docentes puedan implementarlas en sus clases. Y, particularmente en el caso mexicano, habría que buscar congruencia entre los planteamientos del marco curricular y los materiales didácticos. Aunque el planteamiento inicial retoma las pedagogías críticas y parece tener una visión integradora entre ciencias sociales y naturales, el aterrizaje de estas posturas amplias parece diluirse o simplificarse al momento de posicionarse en los planes y programas de estudio y en los libros de texto, lo cual puede llevar a confusiones para los docentes en las aulas.

## Referencias

- Allchin, D. (2020). The COVID-19 Conundrum. *The American Biology Teacher*, 82(6), 429-433. <https://doi.org/10.1525/abt.2020.82.6.429>
- Bernete, F. (2013). Análisis de contenido. En A. Lucas y A. Noboa (coords.), *Conocer lo social: estrategias y técnicas de construcción y análisis de datos* (pp. 221-262). Universidad Complutense de Madrid.
- 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*, 29, 233-235. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00122-w>
- Estigarribia, L., Torrico, J., Cisnero, K., Wajner, M. y García, L. (2022). Co-design of a Teaching-Learning Sequence to Address COVID-19 as a Socio-Scientific Issue in an Infodemic Context. *Science & Education*, 31, 1585-1627. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00362-y>
- Forsythe, M. y Chan, Y. (2021). Justice-centered Education Amid the COVID-19 Pandemic. *The Journal of Environmental Education*, 52(5), 347-357. <https://doi.org/10.1080/00958964.2021.1981208>
- Frade, L. [SMSEMmx] (2022). Bases históricas, filosóficas y epistemológicas del marco curricular 2022 [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=S91WKEfuczA>
- Henao-Kaffure, L. y Peñaloza, G. (2021). A Critical Perspective on Pandemics and Epidemics: Building a Bridge between Public Health and Science Education. *Cultural Studies of Science Education*, 16, 1029-1045. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10074-4>
- Kafai, Y., Xin, Y., Fields, D. y Tofel-Grehl, C. (2022). Teaching and Learning about Respiratory Infectious Diseases: A Scoping Review of Interventions in K-12 Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 59, 1274-1300. <https://doi.org/10.1002/tea.21797>
- Ke, L., Sadler, T., Zangori, L. y Friedrichsen, P. (2021). Developing and Using Multiple Models to Promote Scientific Literacy in the Context of Socio-Scientific Issues. *Science & Education*, 30, 589-607. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00206-1>
- Leung, J. y Cheng, M. (2020). Trust in the Time of Corona: Epistemic Practice Beyond Hard Evidence. *Cultural Studies of Science Education*, 16, 327-336. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10045-9>
- Matuk, C., Martin, R., Vasudevan, V., Burgas, K., Chaloner, K., Davidesco, I., Sadhukha, S., Shevchenko, Y., Bumbacher, E. y Dikker, S. (2021). Students Learning about Science by Investigating an Unfolding Pandemic. *AERA Open*, 7(1), 1-19. <https://doi.org/10.1177/23328584211054850>
- Porrás, Y. (2021). La educación en ciencias en un escenario de pandemia (editorial). *Tecné Episteme, Didaxis: TED*, 49, 7-14. <http://orcid.org/0000-0002-7111-0632>
- Reiss, M. (2020). Science Education in the Light of COVID-19: The Contribution of History, Philosophy and Sociology of Science. *Science & Education*, 29, 1079-1092. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00143-5>
- Revel, A. y Adúriz-Bravo, A. (2022). In Sickness and in Health: Narratives on Epidemics as Tools for Science Teaching in Secondary Schools. *Science & Education*, 31, 269-291. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00258-3>

- Reyes, A. (2023). ¿Revisiones sistemáticas en educación? *Revista de Ciencias Sociales*, 29(4), 509-520. <https://doi.org/10.31876/rcs.v29i4.41273>
- Rezende, F., Ostermann, F. y Guerra, A. (2021). South Epistemologies to Invent Post-Pandemic Science Education. *Cultural Studies of Science Education*, 16, 981-993. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10091-3>
- Rosenberg, J., Kubsch, M., Wagenmakers, E. y Dogucu, M. (2022). Making Sense of Uncertainty in the Science Classroom: A Bayesian Approach. *Science & Education*, 31, 1239-1262. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00341-3>
- Sánchez, M., Navarro, F. y Sánchez, J. (2022). Las revisiones sistemáticas y la educación basada en evidencias. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 15(30), 108-120. <https://doi.org/10.25115/ecp.v15i30.7860>
- SEP. (2022a). *Plan de estudios de la educación básica 2022*. Dirección General de Materiales Educativos.
- SEP. (2022b). *De la Nueva Escuela Mexicana al Plan y los Programas de Estudio hasta los Libros de Texto Gratuitos de primaria 1.º a 6.º*. Documento informativo utilizado en el Consejo Técnico Escolar en noviembre del 2022.
- Smith, D. (2022). The Problem of Trust without Intimacy: Education for Handling Expert Knowledge in a Neoliberal Marketplace. *Science & Education*, 31, 1449-1474. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00329-z>
- Sousa-Santos, B. (2020). *La cruel pedagogía del virus*. (trad. P. Vasile). Clacso. <https://www.clacso.org/la-cruel-pedagogia-del-virus/>
- Tebeck, C. (2021). The Potency of Evidence Shining the Light on Inequities that Have Surfaced Due to COVID-19. *The Science Teacher*, 58-61. [www.nsta.org/highschool](http://www.nsta.org/highschool)
- Valladares, L. (2021). Pedagogías del riesgo: alfabetización científica en tiempos de pandemia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 130101-130115. <https://doi.org/10.25267/>
- Willig, N. y Monteiro, M. (2022). Not Only Why but Also How to Trust Science: Reshaping Science Education Based on Science Studies for a Better Post-pandemic World. *Science & Education*, 31, 1363-1382. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00303-1>
- Zeynep, E., Kaymaz, Z., Emin, M. y Laçin-Şimşek, C. (2022). Exploring the Role of Trust in Scientists to Explain Health-Related Behaviors in Response to the COVID-19 Pandemic. *Science & Education*, 31, 1281-1309. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00323-5>
- Zucker, A. y Noyce, P. (2020). Lessons from the Pandemia about Science Education. *Phi Delta Kappan*, 102(2), 44-49. <https://www.jstor.org/stable/26977164>