



EDUCACIÓN SOSTENIBLE Y SALUD HUMANA EN LA SOCIEDAD: REFLEXIONES SOBRE LA INFLUENCIA DE LA QUÍMICA VERDE POSPANDEMIA

Romina A. Arreche^{a, b} y Patricia G. Vázquez^{a,*, b}

^aCentro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas “Dr. J. J. Ronco” (CONICET-CIC-UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, B1900AJK La Plata, Buenos Aires, Argentina

Recibido: 17/03/2024; aceptado: 11/07/2024; publicado online: 18/09/2024

SUSTAINABLE EDUCATION AND HUMAN HEALTH IN SOCIETY: REFLECTIONS ON THE INFLUENCE OF GREEN CHEMISTRY POST-PANDEMIC. The objective of this work is to add the serious inconveniences that the pandemic brought with the social difficulties in education and health. Important institutions generated the 2030 Agenda that contains Sustainable Development Goals to be implemented in the period 2016-2030. These 17 objectives have been outlined to encompass the wide range of societal challenges, such as economic and environmental, that influence social communities (family, school). This work will focus on Sustainable Development Goals 3 and 4, respectively, which can only be met if citizens take into their hands the education that plays an important role in having a healthy life. This will consider the teaching and learning of sustainable chemistry in social contexts such as the classroom, the family, the links between students and teachers that cause diseases. The regrouping of students according to the work levels achieved during the crisis or the development of personalized proposals to intensify work processes is valid. This leads to living with decisions that will have good or bad results, which is why each region has different responses to the crisis experienced.

Keywords: sustainable education; human health; social systems; post-pandemic; ODS 3 and 4

INTRODUCCION

Un poco de historia sobre educación y salud en una sociedad sostenible

Las regulaciones de los productos químicos, grandemente utilizados, se han centrado junto a los efectos penetrantes en la salud humana, por su exposición a ellos lo que causa efectos nocivos a la misma. Estas regulaciones dan puntos de evaluación variados incorporando ítems hacia lo denominado ciclo de vida.¹ Parece que la meta de la educación ambiental de procurar cambios individuales y sociales que provoquen la mejora ambiental y un desarrollo sostenible, se podría dar por prácticamente cumplida, pero al buscar en internet imágenes de “educación ambiental”, muchas de ellas son con tonalidades verdes, muchos árboles y aparecen niños en su gran mayoría y contadas veces personas adultas. Podría pensarse si el campo de la química verde ofrece los conocimientos que pueden llevar a definir una química sustentable (Figura 1).²⁻⁷ En resumen, los principios de la química verde son fundamentales para avanzar hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que promueven una producción y consumo más sostenibles, respetuosos con el ambiente y beneficiosos para la salud humana.

Más verde puede tener una variedad de significados, uno de los cuales es estar organizado en base a los 12 principios de la química verde, por ejemplo, para agricultura.⁸ Los 12 principios de la química verde fueron introducidos por Paul Anastas y John Warner,⁹ en 1998, presentados en la Tabla 1.¹⁰ Fueron resumidos recientemente en el acrónimo más conveniente y memorable, productivamente (productively).¹¹ Estas instancias han convertido el desarrollo sostenible en un tema relevante en la investigación, desde que las Naciones Unidas se comprometieron a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2030. La Cumbre



Figura 1. Los principios de la química verde son fundamentales para avanzar hacia la consecución de los ODS

de las Naciones Unidas, celebrada en Nueva York en 2015, en su documento final dice: “Transformar nuestro mundo: el año 2030”. Así plantea una agenda para el Desarrollo Sostenible establecida en 17 ODS y objetivos que se implementarán en el período 2016-2030. La educación en un paso importante para tener una vida saludable para todos los ciudadanos. De modo que ODS 3 tiene como objetivo garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades y en la meta 3.9 ítem b incluye apoyar la investigación y el desarrollo de vacunas y medicamentos que afectan principalmente a los países en desarrollo. De conformidad con la Declaración de Doha,¹² sobre el acuerdo de los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC)¹³ y la Salud Pública. Por otra parte, el objetivo ODS 4 está relacionado con la educación de calidad, siendo la meta 4.7 organizada para garantizar que todos los habitantes adquieran conocimientos y habilidades para promover el desarrollo sostenible. El ODS 4 sitúa a los seres humanos en el centro del aprendizaje emocional como objetivo prioritario.

Por otra parte, la sostenibilidad se define en base a tres pilares: ambiental, social y económico, que podemos definir como la tarea que realizan los humanos en el planeta Tierra y el fruto del trabajo.

*e-mail: vazquez@quimica.unlp.edu.ar

Editor Asociado responsable del artículo: Nyuara A. S. Mesquita

Tabla 1. Los 12 principios de la química verde

Prevención	Hay que evitar la formación de residuos preferiblemente antes que tener que llevar a cabo su tratamiento una vez se han generado
Eficiencia atómica	Los materiales utilizados para un producto final deben estar incorporados en el mismo, en el grado que se pueda, y evitar crear subproductos
Toxicidad reducida	Se emplearán métodos con escasa o nula toxicidad para la salud humana y el ambiente
Productos eficaces sin ser tóxicos	Encontrar el punto entre eficiencia del producto y que no sea tóxico
No usar sustancias auxiliares	Reducir al máximo posible su uso. Salvo si son imprescindibles, no utilizarlas nunca, y si se usan que sean lo menos dañino posible
Disminuir el consumo de energía	Debe tenerse en cuenta el consumo energético por su impacto económico y ambiental, minimizarse lo máximo posible. Por eso, los métodos a temperatura y presión ambiente son los más recomendables
Utilizar fuentes de materias primas renovables	Siempre que sea viable y económicamente posible, la utilización de materias primas renovables será escogida antes de las agotables
Evitar derivatización	Se evitará, en lo posible, la formación de derivados
Priorizar reactivos catalíticos	Siempre en la medida de lo posible por delante de los estequiométricos
Biodegradables	Los productos químicos diseñados y generados a través de la química verde deberán ser biodegradables, que no persistan en el ambiente una vez se alcance el final de su función
Metodologías analíticas	Deben desarrollarse metodologías analíticas que permitan el monitoreo y el control en tiempo real, para prevenir la formación de sustancias peligrosas que generen contaminación
Prevención de accidentes	Se escogerán las sustancias empleadas en los trabajos químicos de forma minuciosa teniendo en cuenta las posibilidades de accidentes químicos, escogiendo siempre la que minimice el riesgo de emanaciones, explosiones o incendios

Fuente: Anastas y Warner;⁹ Horvath y Anastas.¹⁰

Haciendo historia, en 1968, la tragedia de los Comunes,¹⁴ es una realidad económica que amenaza la sostenibilidad ambiental, refiriéndose a la sobre explotación de los recursos naturales y compartidos sobre la superficie del planeta Tierra. A continuación, el informe Brundtland, de 1987,^{15,16} planteó la necesidad de considerar a las generaciones futuras como otro pilar, se puede registrar la falta de atención a las otras dimensiones como la social y ambiental.^{17,18}

Pensando en los ODS: esta búsqueda sigue vigente hoy

Existe la posibilidad de escenarios variados a nivel internacional, con el fin de establecer trayectorias de acción compatibles con una

estrategia nacional. Esta propuesta aparece en un momento en que los estados minimalistas están planteándose con gran fuerza que antagonizan conocimientos como mercado, individuo y libertad, entre otros.¹⁹ En consecuencia, los ODS 3 y 4 sitúan a los seres humanos en el centro del desarrollo sostenible (Figura 2).

**Figura 2.** Los Objetivos de Desarrollo Sostenible

En el artículo “Repensar la educación para el desarrollo sostenible: Investigación, políticas y prácticas”,²⁰ se explora cómo la educación puede usarse como una herramienta para promover prácticas de sostenibilidad a medida que el mundo enfrenta enormes desafíos. En esta contribución equilibramos cuatro puntos emergentes que generan una pedagogía de la educación superior:²¹ (i) teoría del aprendizaje social reflexivo y de las capacidades, (ii) fenomenología crítica, (iii) teoría de la actividad histórica sociocultural y cultural, y (iv) teoría de los nuevos movimientos sociales, poscolonial y descolonizadora. Además, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) sugirió el concepto de Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) que se convirtió en un paradigma rector de la política educativa internacional.²²⁻²⁴ La tarea de llevar a cabo caminos igualitarios en lo social y económico es una labor de toda la sociedad en su conjunto. En 2010 entró en vigor la enmienda 2010/75/EU²⁵ (Tabla 2) al determinar las mejores técnicas

Tabla 2. Consideraciones a tener en cuenta a partir de la legislación 2010/75/UE:²⁵ los costos y beneficios probables de una medida y los principios de precaución y prevención que trata sobre las emisiones industriales

1	El uso de tecnología de bajo desperdicio
2	El uso de sustancias menos peligrosas
3	La promoción de la recuperación y el reciclado de las sustancias generadas y utilizadas en el proceso y de los residuos, en su caso
4	Procesos, instalaciones o métodos de operación comparables que se hayan probado con éxito a escala industrial
5	Avances tecnológicos y cambios en el conocimiento y la comprensión científicos
6	La naturaleza, los efectos y el volumen de las emisiones de que se trate
7	Las fechas de puesta en servicio de instalaciones nuevas o existentes
8	El tiempo necesario para introducir la mejor técnica disponible
9	El consumo y naturaleza de las materias primas (incluida el agua) utilizadas en el proceso y su eficiencia energética
10	La necesidad de prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones sobre el medio ambiente y los riesgos para el mismo
11	La necesidad de prevenir accidentes y minimizar las consecuencias para el medio ambiente
12	La información publicada por la Comisión de conformidad con el artículo 16, apartado 2.19 o por organizaciones internacionales

disponibles, los costos y beneficios probables de una medida y los principios de precaución y prevención que trata sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación).

Eilks *et al.*²⁶ destacan la jerarquía de un cambio en la destreza de cómo se opera la química en la práctica educativa y cómo es necesario desarrollar el diseño curricular correspondiente. En el artículo de Hill *et al.*,²⁷ se presenta la colección denominada *Global Sustainable: The Import of Local Cultures* (Sostenibilidad Global: la Importancia de las Culturas Locales).²⁸ De acuerdo a la Asociación Australiana para la Educación Ambiental,²⁹ la sostenibilidad se define como la capacidad continua de la Tierra para sustentar la vida. Hay muchos pasos hacia la educación en sostenibilidad, no sólo en sus vidas personales, sino también en su comunidad, y a escala global en el futuro.

Por otra parte, las Naciones Unidas, en enero 2020, alentaron a todos los países, organismos intergubernamentales relevantes, a prestar la debida atención a la contribución de la educación para el desarrollo sostenible.³⁰ Sin embargo, en otra parte del mundo había comenzado una pesadilla: en los primeros 10 días de enero del 2020 fue el tema del que todos hablaban. Una nueva forma de neumonía surgió en Wuhan, una ciudad en el centro de China (Figura 3).³¹ Quizás no es una megalópolis tan conocida como Pekín o Shanghái, pero Wuhan, la ciudad china donde estalló el brote de un nuevo coronavirus, es una metrópolis más conectada de China.³²



Figura 3. Wuhan (color rojo), es la capital de la provincia de Hubei y la ciudad más poblada en la zona central de la República Popular China (fuente: Wikipedia)³¹

De acuerdo a los años de 2002 a 2003, se descubre en China el coronavirus del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV), que provoca el síndrome respiratorio agudo grave (SARS, por sus siglas en inglés). Desde finales de 2002 hasta finales de 2003, provoca alrededor de 8000 contagios por la enfermedad y 700 muertes. Se propaga a 29 países y, a continuación, desaparece.³³ Los investigadores continúan con el estudio y el desarrollo de vacunas contra el SARS-CoV (Figura 4).³⁴ En 2012 se descubre en Arabia Saudita el coronavirus del síndrome respiratorio de Medio Oriente (MERS-CoV), que causa el síndrome respiratorio de Medio Oriente (MERS, por sus siglas en inglés). Provocó aproximadamente 2500 casos y 800 muertes. Muchos investigadores continúan con el estudio y el desarrollo de vacunas contra el MERS-CoV.³⁵

Farrar, director del Wellcome Trust, con sede en Londres, señaló que la mayoría de los casos confirmados al principio fueron leves, lo que significaba que incluso antes de que los funcionarios de salud reconocieran el brote, el virus podría haber infectado a muchas otras personas que nunca buscaron atención médica. Aunque el brote parecía limitado hasta la fecha, Farrar y otros todavía estaban preocupados por los cientos de millones de personas que viajan

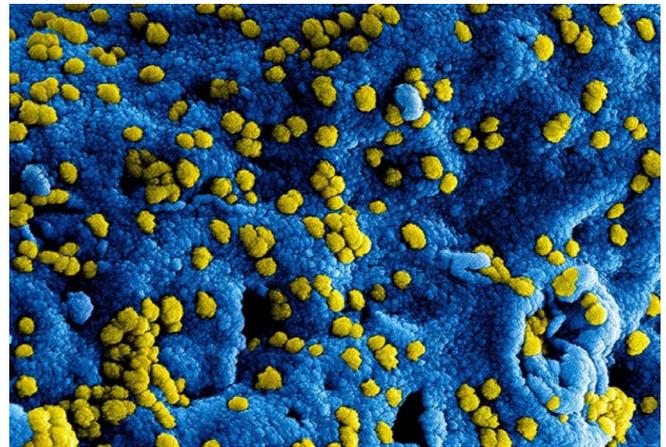


Figura 4. SARS: coronavirus SARS-CoV, que provoca el síndrome respiratorio agudo grave (SARS, por sus siglas en inglés) (fuente: Fundación Mayo)³⁴

para la celebración del Año Nuevo Lunar el 25 de enero y puedan propagar el virus desde Wuhan.³⁶ “Con las personas, los alimentos y los animales en movimiento”, dijo Farrar, “sospechamos que este brote no desaparecerá pronto”.³⁵ En este enigmático fragmento, Farrar nos invita a reflexionar sobre la interacción entre las personas, los alimentos y los animales. ¿Sugiere que todos estamos interconectados al considerarnos en movimiento constante y por ello podemos infectarnos con mayor rapidez?

¿QUÉ PASÓ EN LA SOCIEDAD DURANTE LA ÉPOCA PRE Y POST PANDEMIA?

El objetivo de este trabajo es sumar los graves inconvenientes que la pandemia trajo consigo las dificultades sociales en educación y salud. La enseñanza y el aprendizaje de la química sostenible será considerada en contextos sociales como el aula, la familia, los vínculos entre estudiantes y docentes que causan enfermedades. La pandemia de COVID-19 en la República Popular China comenzó con una epidemia, brote detectado por primera vez el 17 de noviembre de 2019 en Wuhan (Hubei), vinculado a una venta mayorista en mercado de mariscos, pescados y animales vivos. El agente que causa el brote, inicialmente desconocido, fue identificado como un nuevo coronavirus llamado SARS-CoV-2. La rápida propagación del nuevo virus provocó que el brote inicial en China diera lugar a la pandemia de COVID-19 (Figura 5). El pasado 12 de enero Tailandia detectó un caso positivo de COVID-19, siendo este el primer caso reportado fuera de China.³⁷ El brote de la enfermedad del coronavirus-19 (COVID-19) ha causado un enorme estrés entre el público en China. Es necesario abordar varios aspectos para luchar contra la COVID-19, incluida la comprensión de la emoción y el comportamiento del público y sus antecedentes desde el punto de vista psicológico.³⁷ Basándose en la teoría de la evaluación cognitiva, este estudio examinó tres evaluaciones cognitivas, es decir, gravedad percibida, controlabilidad percibida y conocimiento de COVID-19. Durante la fase inicial de la epidemia de enfermedad por coronavirus en Hong Kong, 1.715 encuestados informaron altos niveles de riesgo percibido, ansiedad leve y adopción de medidas de higiene personal, evitación de viajes y distanciamiento social.^{38,39} Agencia docente y docentes de equidad educativa con sus conocimientos, habilidades y disposiciones les permiten mejorar los resultados entre los estudiantes históricamente desatendidos: estudiantes de color, estudiantes de bajos ingresos, estudiantes inmigrantes, etc.⁴⁰

El virus puede propagarse desde la boca o la nariz de una persona infectada en pequeñas partículas líquidas, estas partículas varían

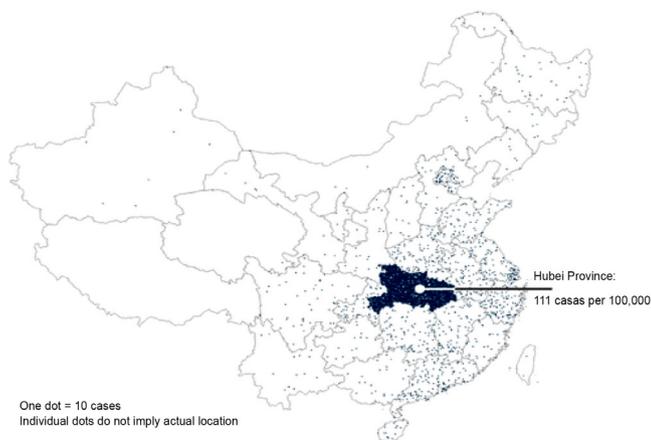


Figura 5. Mapa de COVID-19 in China (fuente: ESRI)⁴¹

desde gotas respiratorias más grandes hasta aerosoles más pequeños.⁴² Para lograr una población similar inmunidad para el SARS-CoV-2, hay dos formas. La primera es confiar en la inmunidad natural, que todavía puede matar a muchas personas (la pandemia de gripe de 1918 causó al menos 50 millones fallecidos).⁴³ Además, el segundo es seguir adelante con la vacunación, que capacite a nuestros sistemas inmunológicos, y es infinitamente más humano que esperar muertes múltiples.⁴⁴ Como consecuencia de la pandemia, decenas de miles de toneladas de desechos médicos adicionales se han generado, lo que ha ejercido una enorme presión sobre los sistemas de gestión de residuos relacionados con la atención de la salud en todo el mundo (Figura 6).⁴⁵



Figura 6. Desechos plásticos de una clínica médica (fuente: ByWaters)⁴⁵

En 2019 se produjeron aproximadamente 400 Mt (toneladas) de residuos plásticos en todo el mundo.⁴⁶ Sin embargo, el volumen de residuos estimado alcanzó más de 530 Mt en los primeros 7 meses del año con el brote de COVID-19 (diciembre de 2019 a junio de 2020), lo que sugiere totales de residuos plásticos para 2020 sería al menos el doble que 2019.⁴⁷ Además, el consumo de plástico embalaje por parte de servicios de comida para llevar aumentó ampliamente con el distanciamiento social.⁴⁸

Empezando por las respuestas hacia los ODS 3 y 4

Es vital reforzar la asimilación distinguida de entidades de sustentabilidad en la educación superior y establecer un currículo colectivo sobre sustentabilidad a nivel académico de manera

eficiente, con el fin de difundir y estimular reflexiones sobre el futuro de las generaciones futuras.⁴⁹ Ante estos requisitos abrumadores, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los socios internacionales,⁵⁰ necesitan oportunidades para obtener conocimientos que: (i) estén basadas en evidencia; (ii) se puedan aplicar rápidamente; (iii) sean suficientemente adaptables; (iv) sean de bajo costo y rentables.

El monitoreo instantáneo semanal de COVID-19 (COSMO) se inició en Alemania el 3 de marzo de 2020.⁵¹ Los investigadores y las autoridades comparten esto como un modelo junto con la nueva Unidad de Insights de la Oficina Regional de la OMS para Europa, un protocolo de estudio adaptable, un cuestionario de muestra y un guión de análisis de datos.

La Educación para el desarrollo sostenible es reconocida como un elemento integral del cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) sobre educación de calidad y un facilitador clave de todos los ODS (Naciones Unidas, septuagésimo cuarto período de sesiones Agenda Desarrollo Sostenible). El Objetivo 4 incluye más que mejorar el impacto de la educación para todos aumentando el acceso a ella;⁵² asimismo las Universidades deben orientar sus esfuerzos hacia el desarrollo de la sostenibilidad en los tres pilares: docencia, investigación y servicio a la comunidad.⁵¹

Educar y sanar en una sociedad en desarrollo y en crisis

“Es peligroso suponer que omicron será la última variante o que estamos en el final”, afirmó el Dr. Tedros Adhanom Gebreyesus, director general de la Organización Mundial de la Salud, durante la apertura del Comité Ejecutivo, “por el contrario, a nivel global las condiciones son ideales para que surjan más variantes y no hay salida si no alcanzamos nuestro objetivo común de vacunar al 70% de la población mundial a mediados de este año” concluyó.⁵²

Chile

Al 25 de mayo de 2020, el COVID-19 se había extendido a 188 países y regiones, con 5.494.287 casos confirmados, 346.299 muertes y 2.231.722 casos recuperados (Universidad Johns Hopkins 2020). La rápida propagación de la enfermedad generó cambios en la sociedad, desde sus efectos sobre la salud de la población hasta el colapso de la producción, el comercio y la economía, sin olvidar las consecuencias de la emergencia socio-sanitaria en la salud mental y calidad de vida de las personas. La escuela no ha sido la excepción a estos cambios, ya que esta pandemia afecta a millones de escolares y sus familias en todo el mundo.^{53,54} Por esta razón, las escuelas deberían haber sido cerradas, de lo contrario, las personas podrían terminar en cuidados intensivos, con ventilación mecánica o morir.⁵⁵ Es importante mencionar que la suspensión de clases se da en Chile al inicio del año escolar. Si la matrícula de 2019 fuera considerada como referencia, esta medida habría afectado a 3.624.343 estudiantes chilenos de escuelas públicas y privadas (Figura 7).⁵⁶ Al ingresar al sitio oficial del Ministerio de Educación (Mineduc), lo primero que aparece es el banner del programa, Aprendo en Línea, en el cual se puede leer el siguiente encabezado: “Ingresa a Aprendo en Línea y encontrarás el material que necesitas para seguir estudiando desde casa”.^{57,58}

Perú

Perú ha sido uno de los países más afectados por el COVID-19, con una de las tasas de mortalidad más altas del mundo por cada 100.000 habitantes. Se decretó emergencia sanitaria desde marzo a octubre del 2020 (Figura 8).⁵⁹ Cerca de 8 millones de estudiantes peruanos, desde preescolar hasta secundaria, se quedaron en casa. El Ministerio de Educación (Mineduc) desarrolló la estrategia de educación a distancia: Aprendo en Casa (AeC). El 91% de los hogares

ASÍ SE DISTRIBUYE EL SARS-COV-2 EN CHILE

Un estudio del Instituto de Salud determinó cómo se distribuyen las distintas variantes genéticas y linajes del Sars-CoV-2 en Chile.

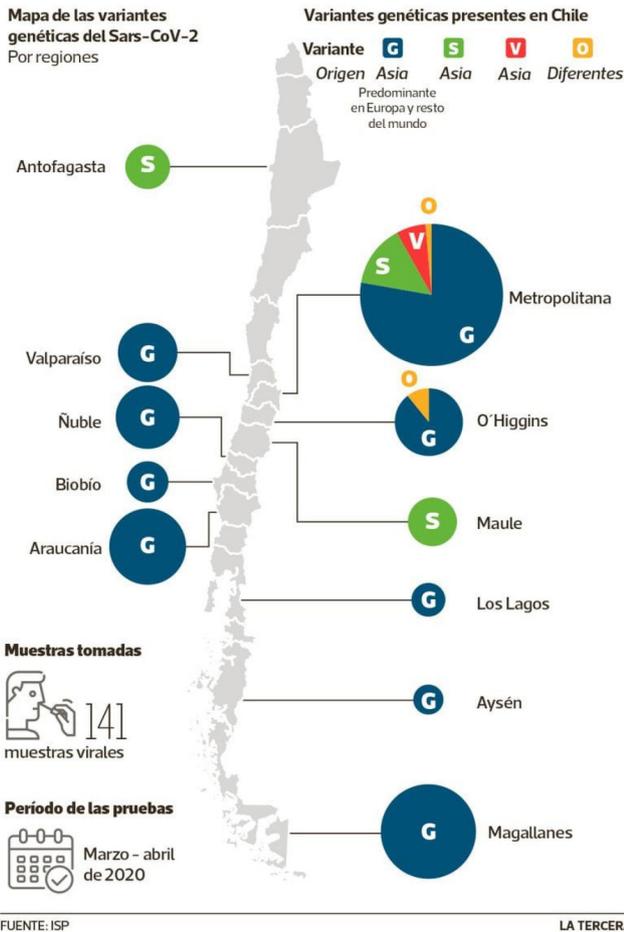


Figura 7. Mapa de las variantes genéticas del SARS-CoV-2 que circulan en Chile (fuente: Periódico La Tercera)⁵⁶

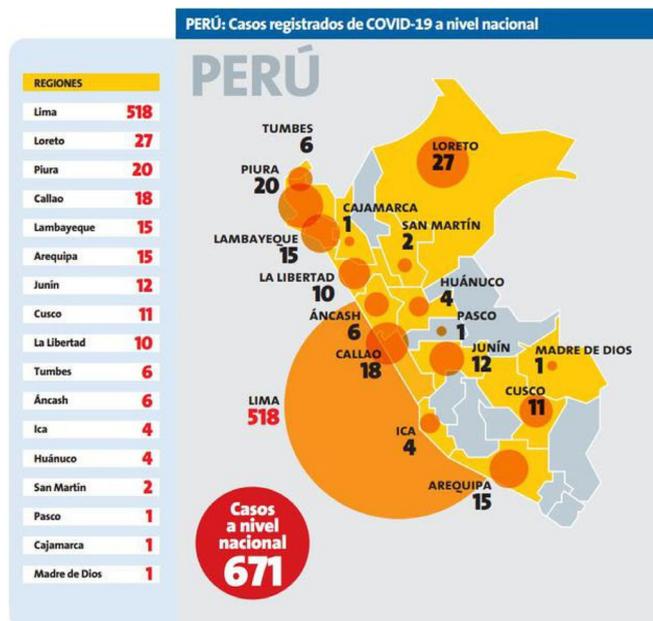


Figura 8. Casos en Perú con fecha marzo 2020 (fuente: Periódico Perú21)⁵⁹

conocía esta plataforma a través de la televisión, de sus profesores y un 20% de los hogares por radio. El 75% de las familias de estudiantes

de escuelas interculturales bilingües conoció la estrategia y el 91% accedió a sus contenidos. Las madres son quienes ayudan a los estudiantes en la educación a distancia, en el 67% de los casos.⁶⁰

Colombia

Iván Duque Márquez,⁶¹ presidente de Colombia, dio a conocer cómo funcionaría el aislamiento colaborativo e inteligente que es un decálogo y consta de los siguientes puntos (Figura 9):⁶² primero, los niños y jóvenes deben estar en casa, y las universidades, colegios, jardines deben estar cerrados. Lo segundo, es que los adultos mayores de 70 años también se quedan en casa y en cuanto al tercer aspecto, permanecerán en casa las personas con enfermedades preexistentes. Finalmente, el décimo corresponde al distanciamiento social. Ante la pandemia de coronavirus, COVID-19,⁶² el Estado colombiano debió tomar medidas adecuadas para garantizar los derechos de los pueblos indígenas, incluidos sus derechos a la salud, el agua y la alimentación, afirmó Amnistía Internacional.⁶³ En el marco de la suspensión de clases presenciales, la necesidad de mantener la continuidad de los aprendizajes ha impuesto desafíos. Los países han abordado los desafíos a través de diferentes alternativas y soluciones en relación a los calendarios escolares y formas de implementación del programa de estudios, ya sea a través de medios no presenciales o con diversas formas de adaptación, priorización y ajuste.⁶⁴



Figura 9. Casos en Colombia, agosto 2020 (fuente: Periódico El Diario)⁶²

Argentina

A su vez, Argentina ha mostrado un interés real en desarrollar políticas de Estado comprometidas con la educación ambiental en todos los niveles. En 2021, nuestro país promulgó dos leyes, la Ley de Educación Ambiental Integral (Ley 27621, 2021)⁶⁵ y la Ley Yolanda (Ley 27592, 2020),⁶⁶ garantizando así el derecho a la formación ambiental obligatoria.

Para el sector educativo se pueden identificar cinco focos centrales de intervención por parte del gobierno nacional y provinciales: acceso a contenidos pedagógicos, acciones relacionadas con la ampliación de la infraestructura digital, apoyo a los docentes, apoyo a la educación inclusión y modificaciones en la organización escolar (Figura 10).⁶⁷ Las iniciativas llevadas a cabo fueron diferentes en cada provincia y se adaptaron a los desafíos específicos de cada uno y a sus niveles

de ruralidad, conexión a internet y sus índices de pobreza.⁶⁸ Una evaluación nacional realizada por el Ministerio de Educación de la Nación, con el fin de estudiar la respuesta del sistema educativo en el marco del ASPO (Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio), muestra que el 95% de los hogares recibieron apoyo pedagógico. Sin embargo, se observaron disparidades en las experiencias de aprendizaje remoto entre estudiantes relacionados con la disponibilidad de Internet con buena señal y/o computadora en casa.⁶⁹

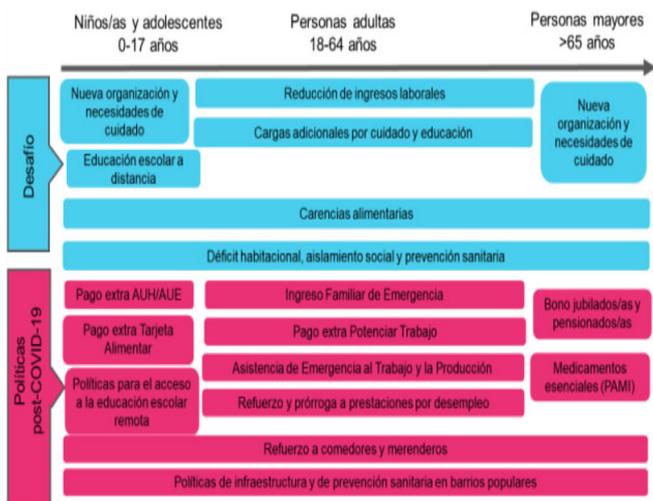


Figura 10. Desafíos exacerbados por la crisis del COVID-19 y respuestas de políticas de emergencia (fuente: Díaz Langou et al.)⁶⁷

Uno de los aspectos claves para la educación pos-pandemia es pensar en las tecnologías como bienes públicos y la conectividad como un derecho. En este sentido, es fundamental avanzar en la creación de un plan digital básico que permita ampliar el acceso y la apropiación de estos recursos.^{70,71} Esta situación se profundizó con la pandemia, por ejemplo, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) asegura que el 65% de los trabajadores en Argentina se encuentran en ocupaciones que podrían automatizarse. Definitivamente, la pos-pandemia es un escenario no fácil para los jóvenes.

LA NUEVA FORMA DE ENSEÑAR

El desarrollo personal, en conocimiento y con salud, tiene que ver con el espacio y el apoyo que los alumnos necesitan para convertirse en personas conscientes de la sociedad que los rodea. Este “aprender a ser y a llegar a ser” no se tiene presente, ya que las escuelas tienden a centralizarse en el plan de estudios nacional.⁷² La llamada “sostenibilidad interior” del alumno recibe poca atención, al igual que el aprendizaje socioemocional. De acuerdo a Wals⁷³ “¿Debería la educación ambiental cambiar los comportamientos de los estudiantes o debería centrarse en el desarrollo de capacidades y el pensamiento crítico?”. Nuevas formas de aprendizaje reflexionan sobre nuestros valores morales y los que encarna la escuela. Entonces es importante poder cerrar los espacios entre la química sostenible y las culturas sociales de los diferentes países. Todos los sistemas interconectados, tanto las instituciones como las culturas que los acogen, deben tenerse en cuenta, sin embargo, todos los conocimientos utilizados para la enseñanza, en el ejercicio de la enseñanza, derivan de conocimientos desarrollados por los docentes a lo largo de su vida.^{74,75} La pandemia influyó de manera diferente en cada ser humano dependiendo del entorno psicosocial individual de cada uno. Términos como “conocimiento maestro” o “conocimiento maestro práctico” se han utilizado para describir el conocimiento y se asocia con el acto de enseñar.⁷⁶ Esto incluye el conocimiento de una “base de conocimientos personales”, que cambió de manera desigual

durante y después de la pandemia. A su vez, los estudiantes en clase no siempre son capaces de entender lo que los profesores explican y viceversa, muchas veces los profesores enseñan y los alumnos no entienden. Esto presenta un desafío: involucrar a los estudiantes en la construcción del conocimiento.⁷⁷ La química sostenible es la única oportunidad para una nueva historia de los profesionales químicos que puedan enfrentar los desafíos del futuro.⁷⁸ Algunas acciones son necesarias en los distintos tipos de sociedades para que los ODS 3 y 4 puedan llegar a buen término.⁷⁶ La pandemia aceleró la transformación digital en el sector productivo, para lo cual es necesario generar una propuesta de formación de jóvenes en habilidades del siglo XXI; pensando en un mercado laboral en continuo movimiento y en las nuevas demandas y necesidades de los profesionales en un mundo cada vez más digitalizado.

In perspective

“Con una corona de espinas en su cráneo ensangrentado, la humanidad entra en una nueva era”.⁷⁹ Respetamos las convicciones personales, pero Pablo Neruda decía: “Eres libre de tomar las decisiones que quieras, pero eres prisionero de sus consecuencias”. Eso es vivir, oscilando todo el tiempo entre elecciones y consecuencias.⁸⁰ Los resultados que estamos registrando en la región son expresión de estas opciones. Tradicionalmente, la investigación ha tendido a centrarse en lo individual más que en lo colectivo.⁸¹⁻⁸³ Cuando los docentes son más confiables y tienen menos tiempo de ausencia exige un liderazgo político sostenido en una reforma educativa sostenible.^{84,85} Esta idea de no alineación activa que nació en la reunión de Puebla en 2019 y fue conceptualizada en un artículo aparecido en *Foreign Affairs Latin America*, en julio de 2020,^{86,87} concluye traduciéndose en una agenda.

CONCLUSIONES

Por último, es válida la reagrupación de estudiantes según los niveles de trabajo alcanzados durante la crisis o el desarrollo de propuestas personalizadas para intensificar los procesos de trabajo.⁸⁸ Según el Secretario General de las Naciones Unidas, António Guterres, el Acuerdo de Escazú “tiene el potencial de catalizar el cambio estructural y responder a algunos de los principales desafíos de nuestros tiempos”. Asimismo, se centra en personas y grupos en situación de vulnerabilidad.

Para finalizar con este punto, en 2013 escribimos un capítulo donde se asociaba la química verde a las artes: pinturas, libros, poemas.⁸⁹ Esto nos llevó a pensar en la compositora argentina, María Elena Walsh, quien escribió una canción llamada La vaca estudianta (Figura 11). La canción ejemplifica, simple y extensamente, el dilema de las brechas entre las clases sociales que pueden estudiar a una edad adecuada y quienes pueden hacerlo en el tiempo que les corresponde, sin importar edad o clase social. La canción es la que continúa a continuación:

Había una vez una vaca
En la quebrada de Humahuaca
Como era muy vieja, muy vieja
Estaba sorda de una oreja
Y a pesar de que ya era abuela
Un día quiso ir a la escuela
Se puso unos zapatos rojos
Guantes de tul y un par de anteojos
La vio la maestra asustada
Y dijo: “estás equivocada”
Y la vaca le respondió

“¿Por qué no puedo estudiar yo?”
 La vaca vestida de blanco
 Se acomodó en el primer banco
 Los chicos tirábamos tiza
 Y nos moríamos de risa
 La gente se fue muy curiosa
 A ver a la vaca estudiosa
 La gente llegaba en camiones
 En bicicletas y en aviones
 Y como el bochinche aumentaba
 En la escuela, nadie estudiaba
 La vaca de pie en un rincón
 Rumiaba sola la lección
 Un día toditos los chicos
 Nos convertimos en borricos
 Y en ese lugar de Humahuaca
 La única sabia fue la vaca
 Y en ese lugar de Humahuaca
 La única sabia fue la vaca



Figura 11. La vaca estudiosa (créditos: Geraldine Peterlini, ilustradora)

REFERENCIAS

- National Research Council; *A Framework to Guide Selection of Chemical Alternatives*; National Academies Press: Washington, 2014. [Crossref]
- Eckelman, M. J.; Moroney, M. S.; Zimmerman, J. B.; Anastas, P. T.; Thompson, E.; Scott P.; Daher, G.; *Green Chem.* **2022**, *24*, 2397. [Crossref]
- Bom, S.; Jorge, J.; Ribeiro, H. M.; Marto, J.; *J. Cleaner Prod.* **2019**, *225*, 270. [Crossref]
- Climática, <https://climatica.coop/educacion-ambiental-necesaria/enero>, accedido en Agosto 2024.
- Coish, P.; McGovern, E.; Zimmerman, J. B.; Anastas, P. T.; Török, B.; Dransfield, T. En *Green Chemistry: An Inclusive Approach*; Török, B.; Dransfield, T., eds.; Elsevier: USA, 2018, p. 981. [Crossref]
- Zimmerman, J. B.; Anastas, P. T.; Erythropel, H. C.; Leitner, W.; *Science* **2020**, *367*, 397. [Crossref]
- Sjöström, J.; Rauch, F.; Eilks, I. En *Chemistry Education for Sustainability*; Eilks, I.; Hofstein, A., eds.; SensePublishers: Rotterdam, 2015, p. 163. [Crossref]
- Nature, <https://www.nature.com/articles/d42473-023-00088-7>, accedido en Agosto 2024.
- Anastas, P. T.; Warner, J. C.; *Green Chemistry: Theory and Practice*; Oxford University Press: New York, 2000. [Crossref]
- Horvath, I.; Anastas, P. T.; *Chem. Rev.* **2007**, *107*, 2167. [Crossref]
- Tang, S. L. Y.; Smith, R. L.; Poliakov, M.; *Green Chem.* **2005**, *11*, 761. [Crossref]
- Naciones Unidas; *Informe del 13º Congreso de las Naciones Unidas sobre Prevención del Delito y Justicia Penal*; Doha, Qatar, 2015. [Link] accedido en Agosto 2024
- ADPIC, <https://leyderecho.org/adpic/>, accedido en Agosto 2024.
- Hardin, G.; *Science* **1968**, *280*, 682. [Crossref]
- World Commission on Environment and Development; *Our Common Future*; Oxford University Press: Oxford, 1987.
- Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo; *Informe Brundtland (Nuestro Futuro Común)*, 1987. [Link] accedido en Septiembre 2024
- Boström, M.; *Sustainability: Science, Practice & Policy* **2012**, *8*, 3. [Crossref]
- Sheth, J. N.; Sethia, N. K.; Srinivas, S.; *Journal of the Academy of Marketing Science* **2011**, *39*, 21. [Crossref]
- Fénix, C. A. P.; *Voces en el Fénix* **2023**, *92*, 7. [Link] accedido en Agosto 2024
- Mogren, A.; *International Review of Education* **2024**, *70*, 173. [Crossref]
- Lotz-Sisitka, H.; Wals, A. E. J.; Kronlid, D.; McGarry, D.; *Current Opinion in Environmental Sustainability* **2015**, *16*, 73. [Crossref]
- Burmeister, M.; Rauch, F.; Eilks, I.; *Chem. Educ. Res. Pract.* **2012**, *13*, 59. [Crossref]
- Andraos, J.; Dicks, A.; *Chem. Educ. Res. Pract.* **2012**, *13*, 69. [Crossref]
- Sjöström, J.; Eilks, I.; Zuin, V. G.; *Sci. Educ.* **2016**, *253*, 21. [Crossref]
- European Parliament and of the Council; Directive 2010/75/EU, 24 November 2010, on *Industrial Emissions (Integrated Pollution Prevention and Control)*; Strasbourg, 2010, p. 17-119. [Link] accedido en Agosto 2024
- Zuin, V. G.; Eilks, I.; Elshami, M.; Kümmerer, K.; *Green Chem.* **2021**, *23*, 1594. [Crossref]
- Hill, J.; Kumar, D. D.; Verma, R. K.; *J. Chem. Educ.* **2013**, *86*, 24. [Link] accedido en Septiembre 2024
- Kumar, D. D. En *Global Sustainability: The Importance of Local Cultures*; Widerer, P. A.; Schroeder, E. D.; Kopp, H., eds.; Wiley-VCH: Weinheim, 2005, p. 123.
- Australian Association for Environmental Education, <https://sustainabilityinschools.edu.au>, accedido en Agosto 2024.
- United Nations; *Education for Sustainable Development in the Framework of the 2030 Agenda for Sustainable Development*; New York, 2019. [Link] accedido en Agosto 2024
- Wikipedia, <https://es.wikipedia.org/wiki/Hubei>, accedido en Septiembre 2024.
- Maxmen, A.; *Nature* **2022**, *603*, 15. [Crossref]
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC), <https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/pandemic-timeline-1930-and-beyond.htm>, accedido en Agosto 2024.
- Fundación Mayo para la Educación y la Investigación Médicas, <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/history-disease-outbreaks-vaccine-timeline/sars-mers>, accedido en Agosto 2024.
- US Food and Drug Administration (FDA), https://www.fda.gov/vaccines-blood-biologics/coronavirus-covid-19-cber-regulated-biologics/moderna-covid-19-vaccine?utm_medium=email&utm_source=govdelivery, accedido en Agosto 2024.
- Cohen, J.; Normile, D.; *Science* **2020**, *367*, 234. [Crossref]
- SwissInfo, <https://www.swissinfo.ch/spa/tailandia-un-a%C3%B1o-despu%C3%A9s-de-detectar-el-primer-caso-de-covid-fuera-de-china/46279978>, accedido en Agosto 2024.
- Li, J. B.; Yang, A.; Dou, K.; Wang, L. X.; Zhang, M. C.; Lin, X.; *BMC Public Health* **2020**, *20*, 1589. [Crossref]
- Kwok, K.; Li, K.; Chan, H.; Yi, Y.; Tang, A.; Wei, W.; Wong, S.; *Emerging Infect. Dis.* **2020**, *26*, 1575. [Crossref]

40. Uthman, O. A.; Adetokunboh, O. O.; Wiysonge, C. S.; Al-Awlaqi, S.; Hanefeld, J.; El Bcheraoui, C.; *Frontiers in Public Health* **2022**, *10*, 1. [Crossref]
41. ESRI, <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/mapping/mapping-coronavirus-responsibly/>, accedido en Septiembre 2024.
42. Ma, Q.; Gao, J.; Zhang, W.; Wang, L.; Li, M.; Shi, J.; Zhai, Y.; Sun, D.; Wang, L.; Chen, B.; Jiang, S.; Zhao, J.; *BMC Infect. Dis.* **2021**, *21*, 816. [Crossref]
43. National Geographic, <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2022/03/el-error-de-la-pandemia-de-1918-que-cambio-la-medicina-para-siempre>, accedido en Agosto 2024.
44. da Silva, C. J.; Monteiro, J. F. C. L. S.; de Lima, K. P. B.; Silva, C. S. A. G.; de Almeida, E. L.; de Souza, S. F.; Medeiros, A. C. R.; Macedo, F. M. R.; Brandão Filho, S. P.; dos Santos, S. N. C.; de Brito, M. E. F.; *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo* **2022**, *64*, 1. [Crossref]
45. ByWaters, <https://www.bywaters.co.uk/services/recover/clinical-waste>, accedido en Agosto 2024.
46. Geyer, R.; Jambeck, J. R.; Law, K. S.; *Sci. Adv.* **2017**, *3*, 7. [Crossref]
47. Benson, N. U.; Bassey, D. E.; Palanisami, T.; *Heliyon* **2021**, *7*, e06343. [Crossref]
48. Xun, Y.; Zhu, G.; Rice, M.; *Journal of Education for Teaching* **2021**, *47*, 745. [Crossref]
49. Lim, C. K.; Haufiku, M. S.; Tan, K. L.; Ahmed, M. F.; Ng, T. F.; *Sustainability* **2022**, *14*, 13241. [Crossref]
50. World Health Organization (WHO), <https://www.who.int/emergencies/risk-communications/guidance>, accedido en Agosto 2024.
51. Betsch, C.; Wieler, L.; Bosnjak, M.; Ramharter, M.; Stollorz, V.; Omer, S.; Korn, L.; Sprengholz, P.; Felgendreff, L.; Eitze, S.; Schmid, P.; *PsychArchives* **2020**. [Crossref]
52. Owens, T. L.; *European Journal of Education* **2017**, *52*, 414. [Crossref]
53. Salas, G.; Santander, P.; Precht, A.; Scholten, H.; Moretti, R.; López-López, W.; *Avances en Psicología Latinoamericana* **2020**, *38*, 1. [Link] accedido en Agosto 2024
54. United Nations, <https://www.un.org/en/ga/74/resolutions.shtml>; <https://news.un.org/es/story/2022/01/1503022>, accedido en Agosto 2024.
55. Mahase, E.; *BMJ* **2020**, *368*, 1140. [Crossref]
56. La Tercera, <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/este-es-el-sintoma-mas-preciso-para-saber-si-tuviste-covid-estas-son-las-cepas-del-sars-cov-2-en-el-pais-y-detectan-agresiva-mutacion-del-virus-que-circula-en-chile-tres-cosas-que-aprendimos-del-coronavirus-esta-semana/M5J4PXYW5ELFKMZV24PKDUJE/>, accedido en Septiembre 2024.
57. Chávez, P.; Vergara, A.; *Ser Niño y Niña en el Chile de Hoy. La Perspectiva de sus Protagonistas Acerca de la Infancia, la Adultez y las Relaciones entre Padres e Hijos*; Ediciones Ceibo: Santiago, 2017.
58. Falabella, A.; De la Vega, L. F.; *Estudios Pedagógicos* **2016**, *42*, 395. [Crossref]
59. Perú21, <https://peru21.pe/peru/coronavirus-en-peru-coronavirus-un-mal-que-nos-involucra-a-todos-noticia>, accedido en Agosto 2024.
60. BID Mejorando Vidas, <https://blogs.iadb.org/educacion/es/opinieducacionremota/>, accedido en Agosto 2024.
61. Wikipedia, https://es.wikipedia.org/wiki/1v%C3%A1n_Duque, accedido en Agosto 2024.
62. El Diario, <https://www.eldiario.com.co/noticias/colombia/colombia-amenos-de-15-000-contagios-y-200-muertes-de-alcanzar-los-400-000-casos-positivos-y-los-13-000-fallecimientos/>, accedido en Agosto 2024.
63. Amnistía Internacional Colombia, <https://www.amnesty.org/es/latest/news/2020/04/colombia-pueblos-indigenas-covid19-hambre>, accedido en Agosto 2024.
64. Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/e595edb1-6d7f-46b1-a4c6-3c6a192b4d03>, accedido en Agosto 2024.
65. Congreso de la Nación Argentina; Ley 27621, 03 de enero de 2021, *Ley para la Implementación de la Educación Ambiental Integral en la República Argentina*; 03/06/2021, No. 37259/21. [Link] accedido en Septiembre 2024
66. Congreso de la Nación Argentina; Ley 27592, 15 de diciembre de 2020, *Establece que todos los Empleados y Empleadas de la Función Pública Deben Recibir una Capacitación Obligatoria en Materia Ambiental*; 15/12/2020, No. 63916/20. [Link] accedido en Septiembre 2024
67. Díaz Langou, G.; Kessler, G.; Della Paolera, C.; Karczmarczyk, M.; *Impacto Social del COVID 19 en Argentina: Balance del Primer Semestre de 2020*; Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento (CIPPEC): Buenos Aires, 2020. [Link] accedido en Agosto 2024
68. Cardini, A.; D'Alessandre, V.; Torre, E.; *Educación en Tiempos de Pandemia. Un Nuevo Impulso para la Transformación del Sistema Educativo Digital en la Argentina*; Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento (CIPPEC): Buenos Aires, 2020. [Link] accedido en Agosto 2024
69. Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento (CIPPEC), <https://www.cippec.org/textual/cual-fue-la-respuesta-del-sistema-educativo-argentino-ante-la-pandemia/>, accedido en Agosto 2024.
70. Ministerio de Educación; *Evaluación Nacional del Proceso de Continuidad Pedagógica*; Argentina, 2020. [Link] accedido en Agosto 2024
71. SobreTiza, <https://www.sobretiza.com.ar/2021/09/11/cinco-desafios-de-la-educacion-post-pandemia/>, accedido en Agosto 2024.
72. Zuin, V. G.; Pacca, J. L. A.; *Enseñanza de las Ciencias* **2013**, *31*, 79. [Crossref]
73. Wals, A. E. J.; *Journal of Education for Sustainable Development* **2011**, *5*, 177. [Crossref]
74. Sustainability at Reformation: 2019-2025 framework, https://media.sustainability.com/image/upload/v1713485308/pdfs/Reformation-Sustainability-Framework_2024.pdf, accedido en Agosto 2024.
75. Kümmerer, K.; *Angew. Chem., Int. Ed.* **2017**, *56*, 16420. [Crossref]
76. Dickerson, C.; Levy, R.; Jarvis, J.; Thomas, K.; *Journal of Education for Teaching* **2021**, *47*, 475. [Crossref]
77. Verloop, N.; Van Driel, J.; Meijer, P.; *International Journal of Educational Research* **2001**, *35*, 441. [Crossref]
78. Zuin, V. G.; Segatto, M. L.; Zandonai, D. P.; Grosseli, G. M.; Stahl, A.; Zanotti, K.; Andrade, R. S.; *J. Chem. Educ.* **2019**, *96*, 2975. [Crossref]
79. Pierre Levy Blog, <https://pierrelevyblog.com>, accedido en Agosto 2024.
80. Jornal da USP, <https://jornal.usp.br/?p=489593>, accedido en Agosto 2024.
81. Conger, J. A.; *The Charismatic Leader: Behind the Mystique of Exceptional Leadership*; Jossey-Bass: San Francisco, 1989.
82. Conger, J. A.; *The Academy of Management Executive (1993-2005)* **2004**, *18*, 136. [Link] accedido en Agosto 2024
83. Conger J.; Benjamin B.; *La Siguierte Generación*; Grupo Editorial Norma: Colombia, 2001.
84. Pearce, C. L.; Conger, J. A.; *Shared Leadership: Reframing the Hows and Whys of Leadership*; Sage Publications: California, 2003. [Crossref]
85. Yuan, X.; Wang, X.; Sarkar, B.; *Nat. Rev. Earth Environ.* **2021**, *2*, 659. [Crossref]
86. Manrique, A. T.; *Education and the Future of Latin America*, 1st ed.; Lynne Rienner Pub.: Boulder, 2021.
87. Inter-American Development Bank (IDB); *Trust: The Key to Social Cohesion and Growth in Latin America and the Caribbean*; Keefer, P.; Scartascini, C., eds.; IDB: Washington, 2022. [Crossref]
88. Amiune, J. M.; *Voces en el Fénix* **2023**, *92*, 94. [Link] accedido en Agosto 2024
89. Palermo, V.; Arreche, R.; Vázquez, P.; *Actas del Segundo Taller Argentino de Ciencias Ambientales*; Zeus: Rosário, 2013, p. 346.