Emergencia climática y sanitaria en escenarios de crisis como dinamizadores de cambio en el "contrato social de las ciencias" y de "giro sociopolítico de la educación en ciencias"

William Manuel Mora Penagos[1]

Resumen

Este documento, a manera de ensayo, enfatiza en los escenarios de crisis global ambiental (climática y sanitaria) y en cómo se deben dar cambios radicales en el conocimiento y su asociación con la economía y la política, demandando un nuevo contrato social para las ciencias, las prácticas de los científicos y las estrategias formativas de la educación en ciencias. Redirigir el mundo a escenarios no catastróficos requiere de una ciencia desacelerada, posnormal, transdisciplinar y de diálogo de saberes, que vincule hechos, valores y prácticas; en escenarios de conflictos, incertidumbre y de partes interesadas, lo que es central para orientar políticas oportunas que den seguridad a la sociedad. Al final, se muestra que la participación social en la toma de decisiones exige formación educativa crítica y argumentativa, para discernir posiciones polarizadas políticamente, cargadas de posverdad, negacionismo y pseudociencia, por lo que perspectivas como las cuestiones socioambientales se vuelven estratégicas.

Palabras clave: crisis climática y sanitaria, nuevo contrato social de las ciencias, giro sociopolítico de la educación en ciencias.

1 Docente investigador del Doctorado Interinstitucional en Educación, sede Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: wmmorap@udistrital.edu.co

Abstract

This essay highlights the scenarios of global environmental crisis (climate and health) and the need for radical changes in knowledge and its relation to economy and politics, demanding a new social contract for the sciences, the practices of scientists and the formative strategies of science education. The reorientation of the world towards non-catastrophic scenarios requires a decelerated, post-normal, transdisciplinary science and knowledge dialogue that links facts, values and practices. This must take place in scenarios of conflict, uncertainty and stakeholder participation, as it is central to guiding timely policies that provide security for society. Finally, it is shown that social participation in decision-making requires critical and argumentative education in order to discern politically polarised positions loaded with post-truth, negationism and pseudoscience, making perspectives such as socio-environmental issues strategic.

Keywords: climate and health crises, new social contract of science, socio-political turn in science education.

Tiempos de catástrofes, urgencias y de cambios en el conocimiento

La historiadora y filósofa belga Isabelle Stengers (2017) nos dice que vivimos tiempos extraños, "tiempos de catástrofes", por lo que invocar a Gaia ha sido por razones de la intrusión de desastres que como el calentamiento global, nos muestra lo mal preparados que estamos, requiriéndose grandes reformas para "modificar nuestro estilo de vida" porque el mundo ha cambiado. En este contexto, el tema del progreso ha perdido su carácter convincente, el capitalismo solo ofrece una ilusión de libertad y las ciencias tal como las conocemos no están equipadas para dar respuesta a las amenazas del porvenir. Para evitar que el porvenir tenga el signo de pánico, impotencia, superstición y barbarie (madre de la irracionalidad y las demagogias) es necesario crear una vida después del crecimiento, reinventando modos de producción y cooperación en escenarios de amenazas globales, múltiples y entrelazadas; también, se debe pasar de la perplejidad a la puesta en práctica de la capacidad de pensar y actuar juntos, mediante un saber que juzga más allá de las apariencias. Por lo tanto, es importante desconfiar de las apariencias del capitalismo y sus políticas de desarrollo sostenible, que se presentan como "verdes" y de "mejores amigos de la tierra", por lo que Stengers (2017) nos dice que esto sería cometer el mismo error que la rana de la fábula, que aceptó transportar un escorpión sobre su lomo para que atravesara un río, suponiendo que no la picaría porque ambos se ahogarían, sin embargo, esto no ocurrió, dado que la naturaleza del escorpión es picar. De

igual manera la naturaleza del capitalismo es explotar las oportunidades no importando si es en escenarios de crisis, así el escorpión capitalista aprovecha las oportunidades haciendo, por ejemplo, negocio de las cuotas de carbono.

De esta manera se ha presentado el acoplamiento de tres cabezas de un mismo monstruo capitalista (Estado, industria, ciencia) que ha diluido las fronteras entre investigación pública y privada, anulando la autonomía relativa de los investigadores y su participación en la inteligencia colectiva de la sociedad. En una economía del capitalismo cognitivo se desarrollan productos industriales con patentes confidenciales, y ante conflictos de lealtad (ley del silencio) la ciencia practicada particularmente desde mediados del siglo XX, se ha puesto al servicio de decisiones privadas.

En escenarios de crisis y urgencia se requieren nuevos vínculos de conocimiento entre lo intercultural, social, político, económico, ético, biológico, físico, químico y geológico para la toma de decisiones informadas sobre política y gestión, en contextos de demanda de justicia climática y territorial, seguridad energética, alimentaria e hídrica, democracia sanitaria, y paz. En estos escenarios, las antiguas clasificaciones, como la física, la química, y la biología, vienen perdiendo su sentido disciplinar; por tomar el caso de la química como ciencia, Bensaude-Vincent y Simon (2020) afirman que sus vínculos actuales con la contaminación y una naturaleza híbrida de tecnociencia productivista, alejada de los terrenos superiores de la teorización, la presentan como una ciencia impura, que hace que se pregunten si la categoría "disciplina química" es pertinente actualmente, dado que con el advenimiento de la nanociencia está presentando una drástica transformación de campo que podría poner fin a los departamentos de química en las universidades, asimilándola a unidades de investigación y enseñanza de los nanoestudios.

En este sentido, se da bienvenida a las articulaciones Griann —abreviatura de genómica, robótica, inteligencia artificial, neurociencia y nanotecnología (Ravetz, 2014)— para comprender la urgencia de acción ante problemas complejos, donde las distinciones entre tecnociencia y políticas públicas desaparecen. En este contexto de temas urgentes de solución y que tienen que ver con seguridad, salud y medioambiente, existe una "deliciosa ironía", dado que se consideran ahora de dominio de las ciencias "blandas", por lo que no generan dinero ni dan gloria a los científicos, pues no adjudican premios Nobel (Ravetz, 2014).

En este nuevo siglo conocido como del medioambiente (Lubchenco, 1998), la relación sociedad-naturaleza se presenta en escenarios de crisis civilizatoria: económica, tecnodesarrollista y de cambio global, con urgentes necesidades de solución de problemas complejos frente al cambio global ambiental, crisis

sanitaria y desestabilización energética mundial por los conflictos bélicos que se agudizan al estar asociados a asuntos controversiales y susceptibles de politización como el cambio climático, las nuevas enfermedades infecciosas, la seguridad de medicamentos y vacunas, los biocombustibles y la energía nuclear, los cultivos transgénicos, la nanotecnología y el uso de células madre embrionarias, entre otros, que exigen un *nuevo contrato social para las ciencias* (Lubchenco, 1998), no solo debido a su pertinencia epistémica disciplinar, frente a las demandas transdisciplinares y de diálogo de saberes, sino particularmente por su actual crisis de confiabilidad, en particular por sus dificultades de reproducibilidad, gobierno y uso para la política, que como lo enlistan Saltelli y Funtowicz (2017) presenta varios elementos críticos como los siguientes:

- La ciencia degeneró por su dependencia de la lógica y las necesidades del mercado.
- El "consenso científico" vacila ante presiones políticas.
- El sistema de control de calidad de la ciencia, centrada en la revisión por pares, se debilitó por el cobro a los autores, por parte de editoriales y revistas.
- Las listas de métricas son engañosas al presentarse compañías que "calculan" y publican factores de impacto falsificados.

Frente a esta situación de comercialización de conocimiento y de *ciencia rápida* y competitiva, Stengers (2019) nos convoca a favor de una *slow science*, de ciencia desacelerada de los juicios de irracionalidad, y que desde la resistencia, permita tener tiempo para reaprender, reimaginar y relacionar, en torno a una "buena ciencia" que no separe hechos de valores de forma irreflexiva, y que sin reducirse a lo político, revalore la diversidad de los conocimientos humanos y de relación democrática del conocimiento, dando cuenta de las expectativas y esperanzas de supervivencia de un planeta en crisis sistémica paralizante.

Lo que se demanda es una "ciencia emergente", en el escenario de crisis ambiental global del siglo XXI para el cambio social desde una "ciencia verde" democratizadora, con su propia metodología científica para la "formulación de políticas con deliberación y gobernanza" (Mora, 2020). De acuerdo con Funtowicz y Ravetz (2008) la nueva ciencia es una nueva forma de hacer ciencias de, por y para la gente. En la interfaz ciencia-política, esta nueva ciencia sería posacadémica o posnormal, con problemas caracterizados por ser inciertos, cargados de valores que están en disputa; los riesgos son altos y las decisiones son urgentes. Los elementos específicos de la "ciencia posnormal" son: (i) gestión de la incertidumbre, (ii) gestión de la inter/transdisciplinariedad, (iii) gestión de la relevancia de la política y (iv) gestión de la calidad del conocimiento (Kerkhof y Leroy, 2000, citados en Wesselin y Hoppe, 2011).

Esta ciencia pretendería crear espacios deliberativos, de persuasión a los responsables de la formulación de políticas para que escuchen los hallazgos científicos y las transiciones a un mundo más justo y más sostenible que todos requieren con compromiso político y de acción. Esta ciencia posnormal interceptaría ciencia, gobierno y democracia (figura 1) en un equilibrio entre el poder y la racionalidad en procesamiento de problemas, desde una "comunidad de pares extendida" (Healy, 1999) de todos los actores involucrados cargados de incertidumbre, para la toma de decisiones, garantizando la explicitación de valores e intereses, en un "método social de análisis, participación y decisión" (raciocinio / deliberación) (Wesselin y Hoppe, 2011).

Figura 1. Ciencia posnormal como intersección de las prácticas de gobernabilidad y la democracia deliberativa

Fuente: traducción de autores adaptada de Wesselin y Hoppe (2011, p. 396).

En la incompatibilidad política, económica y ecológica los procesos deliberantes deberían dar prioridad a la sostenibilidad sobre los intereses económicos en escenarios de toma de decisiones legítimas donde la relación

credibilidad / autoridad de ellas sea respetada en contra de las maquinarias políticas y empresariales que puedan asumirlas solo como recomendaciones y no como decisiones vinculantes en las que prima la metagobernanza por parte de líderes poderosos.

Collins y Evans (2002) por su parte afirman que los estudios sobre las ciencias han demostrado por qué la ciencia y la tecnología no siempre pueden resolver problemas técnicos en el dominio público, pues la velocidad de la toma de decisiones políticas es mayor que la velocidad de la formación de consenso científico, por lo que hay necesidad de extender el dominio de la toma de decisiones técnicas más allá de la élite técnicamente calificada, a fin de mejorar la legitimidad política, lo que llamaría Funtowicz y Ravetz (2008) la "comunidad de pares extendida". Sin embargo, Collins y Evans (2002) argumentan que el "problema de legitimidad" de las decisiones que se toman en este escenario ampliado ha sido reemplazado por el "problema de extensión", es decir, por una tendencia a disolver la frontera entre los expertos y el público, necesitando una tercera ola de estudios sobre las ciencias, donde la primera ola era de la autoridad y el positivismo, de la década 1950 y 1960; la segunda ola o era de la democracia en la década de los setenta que debatió sobre cómo se forma el consenso científico y su legitimidad; y la tercera ola o era de la experiencia, a partir de la década de los noventa, que estudia el tema de la extensión o la participación del público no certificado con experiencia, debatiendo sobre cómo este toma decisiones basadas en el conocimiento científico antes de que haya un consenso absoluto, por ampliación de la participación de actores que sus formas de razonamiento pertenecen a otras dimensiones culturales distintas a las ciencias.

Los científicos entre ciencia y política en una ciencia (des)acelerada

Los científicos cada vez más hacen alianzas con el Estado y la industria, limitando su capacidad de resistencia y apropiación de la capacidad de pensar y actuar juntos con la sociedad, dado la intensificación cada vez mayor de situaciones de relación cultura / política, ciencia / opinión, en que se ven inmersos, y en la que su supervivencia académica viene cada vez más acentuada por una excelencia estandarizada y de "ciencia rápida" (acelerada, especulativa y acumuladora), caracterizada por el lema de "publicar o morir" en un contexto de competitividad, oportunismo y flexibilidad conformista con el modelo productivista, esclavista que no se cuestiona y no permite pensar racionalmente (Stengers, 2019), demandando un *nuevo contrato social de los científicos*.

En una ciencia desacelerada se demanda que los científicos, sin caer en confusiones entre ciencia y política (y no solicitándoles respuestas de lo que conviene hacer, desde criterios disciplinares que ignoran), aprendan a reflexionar socialmente situándose activamente desde lo que saben, estando preparados para la participación interdisciplinaria y de diálogo de saberes, para informar en situaciones de cuestiones de interés colectivo, comprendiendo políticamente lo que ocurre desde las diferencias ciencia / opinión y en posibles escenarios de conflictos de interés (o de ciencia sesgada por sus financiadores), para que así:

- Atiendan las necesidades más urgentes de la sociedad, impugnando la relación privilegiada de las ciencias con las cuestiones de interés colectivo, que en escenarios de "consultas ciudadanas" y de lucha de partes interesadas (donde nadie posee una respuesta definitiva, por la aparición de distintos valores) supondrían una verdadera activación política de lo que saben científicamente en contextos de interés colectivo de acuerdos mínimos.
- Comuniquen su conocimiento de forma clara a la sociedad sobre cuestiones no resueltas completamente y que son inciertas, lo que requiere de juicio e interpretación de las demandas de distintos valores de partes interesadas, que ante las exigencias de tolerancia epistémica sepan resistir a las supersticiones, desde un pensamiento crítico desmitificador.
- Ejerzan buen juicio moral y ético ante resultados diversos y conflictivos y que implican en la toma de decisiones, análisis del riesgo de la relación con el principio de precaución y de la relación costo-beneficio.

Hechos y valores divergentes. El contexto de la pandemia por el COVID-19

El surgimiento del COVID-19 ilustra las persistentes controversias que hacen que se tenga que decidir entre valores básicos: responsabilidad individual versus responsabilidad social; cumplimiento voluntario y autocontrol versus aplicación estatal y control externo; libertades individuales y de privacidad versus solidaridad e intereses comunes; políticas persuasivas versus políticas obligatorias.

En el escenario del liderazgo político, los gobiernos han tenido que decidir entre la salud pública y los intereses económicos (salvar vidas o salvar la economía), enmarcando la salud y la enfermedad como cuestiones de seguridad global que han llevado a introducir tanto legislación como prácticas que restringen en muchos casos los derechos humanos, vigilando la esfera pública y que prácticamente eliminan la privacidad, que se expresan, por ejemplo, en la exigencia de "certificados de vacunación y pasaportes verdes" que limitan la movilidad. El liderazgo no solo ha requerido de disposiciones de políticas y

gestión, también de la voluntad de escuchar a los expertos científicos (médicos, epidemiólogos, virólogos, psicólogos, sociólogos y expertos en ética, aunque estos últimos rara vez fueron convocados), informando y educando al público, comprendiendo sus angustias y sufrimientos, uniendo a la población en acciones colectivas y evitando el pánico generalizado.

Si bien la mayoría de los formuladores de políticas enfatizan que sus decisiones se basan en evidencia científica, el problema fundamental es que las decisiones de política deben tomarse en un contexto de incertidumbre y riesgos desconocidos, en escenarios controversiales sobre: el origen y las características del virus, la sintomatología, el grado de infección, la transmisión, el distanciamiento, el enmascaramiento, la inmunidad (relativa, inducida o natural), la vulnerabilidad y el papel de los animales (que incluyen a las mascotas en la cadena de transmisión), la efectividad de las pruebas PCR, la vacunación infantil, los riesgos futuros por efectos secundarios de "vacunas consideradas como provisionales, experimentales y de emergencia" con autorización de uso de emergencia y sin aprobación total (con problemas éticos asociados a su naturaleza como vacuna, su desarrollo —usando líneas celulares derivadas de fetos humanos abortados—, producción, distribución y aplicación) y el rol de las farmacéuticas que se lucran con la muerte y la desesperanza de los más pobres (que impiden la transferencia de tecnología y el intercambio de patentes para democratizar la producción de vacunas a bajo costo, para que estas sean públicas y no privadas). Tales controversias han sido objeto de todo tipo de información, particularmente de las redes sociales que explotan ideas conspirativas que hacen ver la pandemia por el COVID-19 como un "ensayo para una pandemia futura potencialmente más letal" en escenarios de amenaza del bioterrorismo, lo que influye de forma negativa en la percepción social del riesgo, haciendo que un porcentaje de las personas tenga una actitud de "esperar y ver qué pasa" para luego actuar, lo cual a su vez debilita la implementación de medidas políticas efectivas.

Los científicos y los responsables políticos suelen afirmar que las políticas deben basarse en hechos; sin embargo, la novedad del virus implicó que la ciencia difícilmente pudiera producir y corroborar evidencia fáctica inmediata, por lo que los hechos científicos se han caracterizado por ser en algunos casos débiles y cuestionables, asociados a controversias que circunscriben las decisiones políticas al plano de los juicios de valor desde lo ético (Ten Have, 2022), bajo un principio de precaución relativizado que terminó por reemplazar el principio pragmático de costo-beneficio. Esta pragmática ha conducido a entender que el futuro es la convivencia con el virus, ya que la fase más letal de la pandemia pasó y adquirió carácter endémico, siendo ahora la enfermedad más similar a un simple resfriado tolerable; aunque su amenaza nunca desaparezca, ya que

el virus puede continuar mutando y volverse más severo, en algún momento del futuro, resistiendo a las distintas vacunas y sus dosis.

La pandemia también ha puesto de relieve que el COVID-19 no es una crisis sanitaria aislada, sino que está conectada con otras crisis importantes en los planos económico, ambiental, y de seguridad territorial. El mundo se vuelve más consciente de que la pandemia está particularmente relacionada con la degradación ambiental y el calentamiento global, pues las evidencias de su origen como enfermedad zoonótica se asocian con el comportamiento humano, en un contexto de la civilización global capitalista que ha generado pérdida de biodiversidad, urbanización creciente y desorganizada, deforestación, transporte rápido y sin control, consumo de caza silvestre y prácticas ganaderas industriales que afectan el clima y los hábitats. Así, desde la perspectiva ambiental, la primera acción para evitar pandemias futuras es prevenir un mayor deterioro de la biodiversidad, mitigando el desafío del cambio global ambiental, por lo que no debería haber vuelta a los tiempos anteriores a la pandemia, porque el sistema capitalista global está mostrando su lado más negativo, y un cambio radical hacia una sociedad alternativa basada en la solidaridad y la cooperación global es imperativo.

La imagen pública de las ciencias

Desde los años setenta ha habido una creciente preocupación por el papel de la ciencia en la sociedad, debido a sus impactos sobre el medioambiente, la salud y la seguridad, que han generado una polarización asociada a la imagen pública de la ciencia como empresa deshonesta e interesada, imagen aguzada por las acciones de estrategas "mercaderes de la duda y [la] posverdad" (Stengers, 2019), pagados por las industrias o por ideologías religiosas, que se mueven en las redes sociales y que generan un gran impacto político y económico, incrementando la aparición de negacionistas y pseudocientíficos, que desde teorías conspirativas debilitan el compromiso de acciones urgentes. Estos mercaderes abogan por el equilibrio necesario de opiniones, intentando mostrar a los científicos como si estuvieran divididos entre hechos y valores.

Harambam *et al.* (2022) consideran que la posverdad no se trata tanto de haber ido más allá de la verdad, sino que indica feroces batallas públicas sobre la verdad, batallas que se alimentan de teorías de conspiración, vistas desde dos ángulos: poliverdad y diversidad epistémica:

- Como erróneas, irracionales y peligrosas de la realidad que recuerdan cosmovisiones religiosas obsoletas y encarnan la pseudociencia; son el pensamiento delirante de mentes perturbadas y excesivamente paranoicas, y van en contra de las virtudes políticas (preferidas) de la moderación, la deliberación y el consenso, como del método científico.

- Como resultado de las complejidades del mundo globalizado, hiperreal y saturado de riesgo de hoy, que las ven como respuestas "necesarias", "creativas", "lógicas", "apropiadas", "tácticas" e incluso "productivas" a los cambios tecnológicos, sociales y culturales y como consecuencia de las asimetrías de poder social que permiten su etiquetado, estigmatizado y exclusión social.

Rekker (2021) nos dice que hay al menos dos razones por las que la polarización hechos / valores podría ser problemática. Primera, porque en un debate democrático sobre políticas se requiere al menos de algún acuerdo básico sobre los hechos, para evitar la desconexión de las condiciones materiales que intentan abordar; y segunda, porque la investigación científica es base para la elaboración de políticas informadas. Sin embargo, este papel fundamental de la ciencia es amenazado cuando ya no se la reconoce como una autoridad imparcial y digna de confianza.

Tras la enfermedad por coronavirus, las teorías de conspiración en torno a la pandemia se volvieron alarmantes en las redes sociales. Por ejemplo, las teorías de conspiración generalizadas asumieron presuntuosamente que la pandemia por COVID-19 fue causada por ondas electromagnéticas transmitidas por la red móvil 5G y que el COVID-19 se sintetizó en un laboratorio como arma de guerra biológica utilizada por China; muchos también creían que Bill Gates creó el virus para ganar dinero diseñando vacunas e implantándolas con dispositivos de seguimiento en las personas como parte de planes de reseteo global (Schwab y Malleret, 2020) y de despoblación por parte de un gobierno global oculto. Investigaciones recientes encontraron una relación negativa entre las creencias de conspiración de COVID-19 y los comportamientos de protección de la salud, que redujeron el cumplimiento de las pautas de salud del gobierno, como el distanciamiento social, lo que representaba un grave peligro para la salud pública (Xiao *et al.*, 2021).

A medida que las redes sociales impregnan la vida cotidiana, las personas de todo el mundo están experimentando cambios drásticos en la forma en que acceden y consumen noticias. De hecho, en el contexto de la pandemia por COVID-19, se evidenció que la mayoría de las teorías de conspiración y desinformación se generaron y difundieron en las redes sociales. Aunque no se tengan todas las respuestas sobre dónde se origina la información falsa y cómo esta información podría socavar las democracias, la *desinformación* se entiende como "todas las formas de información falsa, inexacta o engañosa diseñadas, presentadas y promovidas para causar daño público intencionalmente o con fines de lucro" (Freelon y Wells, 2020, citados en Xiao *et al.*, 2021).

Urge una comprensión pública de las ciencias, una alfabetización científica mínima, que permita a los ciudadanos comprender mejor el mundo en que

vivimos, de tal manera que desde una postura no ingenua y sí crítica las personas puedan confiar en la ciencia, puedan participar de una "inteligencia pública de las ciencias" (Stengers, 2019) para la toma de decisiones racionales frente a situaciones conflictivas (por falta de suficiente conocimiento, incertidumbre y ambiciones particulares) asociadas a la producción y aplicación de las ciencias, que implican diferenciar entre hechos y valores pero sin tener que escoger entre evidencias, consensos científicos / opiniones y creencias, racionalidad científica / conciencia ciudadana.

Los filósofos de las ciencias han distinguido entre *ciencia e ideología* como la diferencia entre hechos y valores, entre "lo que es" y "lo que debería ser" o entre epistemología y ética. Para definir el objeto de esta polarización de la ciencia, Rekker (2021) propone una intersección entre tres fenómenos: *afirmaciones científicas*, *hechos* y *creencias políticas* (figura 2), como "alineamiento ideológico o partidista sobre la autoridad de la ciencia o un consenso científico" que llevaría a rechazar la ciencia (o las afirmaciones científicas) al ignorar la información fáctica que es incongruente con su identidad política, influenciados, muchas veces, por las élites que politizan algunas afirmaciones científicas.

Figura 2. Conceptualización del objeto de la polarización de la ciencia

Fuente: adaptada de Rekker (2021).

Un ejemplo de polarización de las ciencias lo tenemos en el argumento del calentamiento global causado por la actividad humana:

- Esta *afirmación científica* puede considerarse *conocimiento científico* porque está sujeta al consenso académico, en torno a un hecho con evidencias;
- Es objeto de *polarización de creencias fácticas* porque los ciudadanos están divididos en *creencias partidistas* e ideológicas en sus percepciones fácticas basadas en un *hecho* de la ciencia;
- Si bien algunos actores políticos han utilizado la ciencia del clima para fundamentar las peticiones de una reducción de emisiones de CO_2, otros han intentado encontrar o desarrollar un contraargumento para evitar tales políticas, careciendo de apoyo dentro de la comunidad científica; esos esfuerzos, sin embargo, han tomado la forma de una impugnación de la ciencia, con sustento en *ideologías basadas en las ciencias*, en lugar de una impugnación asentada en *afirmaciones de la ciencia*, por estar presentada por una minoría de científicos asociados, que *pagados por la industria* de las energías fósiles terminan en muchos casos generando pseudociencia.

En tales casos, la ciencia se politiza y los ciudadanos se polarizan rechazando la autoridad de las ciencias, por lo que se debe contrarrestar, comunicando la ciencia a los escépticos con una retórica más coherente que su identidad política, y exponiendo las fuentes de las narrativas anticientíficas y sus intereses (Rekker, 2021). Xiao *et al*. (2021) creen que para poder combatir la información falsa las personas deberían ser conscientes de que han estado expuestas a información inexacta, por lo que se requiere identificar la desinformación y a través de procesos de "alfabetización mediática" mejorar el consumo crítico de noticias mediante el desarrollo de la capacidad de identificar información falsa y evaluar la precisión de la información. Aunque es sabido que una vez que se forman las creencias de conspiración, cualquier intento de corregirlas y desacreditarlas es bien difícil. Es menester entonces mejorar las habilidades y capacidades de pensamiento crítico y escéptico y desarrollar la vigilancia sobre la información falsa, teniendo la mente abierta para ver ambos lados de una historia que son importantes para que las personas puedan tomar decisiones.

Giro sociocultural y político para una educación en ciencias resiliente

En estos escenarios de crisis y de necesidad de resiliencia se ha demandado de un campo educativo ambientalizado, que forme a los estudiantes para ayudar a resolver problemas "perversos". Entendidos así porque son urgentes, de largo plazo y muy complejos, que no pueden resolverse con simples "arreglos

técnicos", que son del mundo real planteados por las partes interesadas, que con rigor científico y la relevancia social, permitan comprender cómo se originan y dónde se encuentran los posibles puntos de intervención, en entornos del mundo real, mucho más allá del salón de clases, en estudios de caso interdisciplinares de investigación transacadémicos en la que académicos y otros actores sociales (partes interesadas) realizan investigaciones en colaboración. Allí los estudiantes reconocen que no solo son "sujetos de la educación", sino también actores del mundo real que con sus decisiones contribuyen a configurar el presente y el futuro de la sociedad. Al trabajar con las partes interesadas en el proceso de investigación, los estudiantes aprenderían cómo sintetizar diferentes formas de conocimiento, hacer frente a percepciones conflictivas hechos / valores, y construir alianzas con confianza en la medida que despliegan capacidades de pensamiento crítico, la escritura eficaz y la presentación argumentativa convincente de resultados de investigación colectiva que demandan de la relación gestión / investigación (Brundiers y Wiek, 2011).

Dereck Hodson (2010) considera que tanto la educación en ciencia, tecnología, sociedad y medioambiente como las formas convencionales de educación en ciencias orientada a cuestiones sociocientíficas son inadecuadas para satisfacer las necesidades e intereses de los estudiantes que enfrentan las demandas, cuestiones y problemas de la vida contemporánea, abogando por un enfoque mucho más politizado, con mayor énfasis en la crítica social, la clarificación de valores y la acción sociopolítica.

Hodson (2010) defiende un modelo de currículo basado en problemas y de desarrollo de la competencia acción a lo largo del tiempo, con raíces en la práctica reflexiva, en cuatro niveles que combinación la educación ciudadana del "conflicto y disidencia", la "educación científica a través de la praxis", donde la acción y preparación para la acción no se retrasan hasta los últimos años de escolaridad, sino que los estudiantes deben avanzar al nivel que sea apropiado para el tema en cuestión, las oportunidades de aprendizaje que presentan y la etapa de desarrollo intelectual y emocional en el que se encuentran.

- Nivel 1: apreciar el impacto social del cambio científico y tecnológico y reconocer que la ciencia y la tecnología están, en gran medida, culturalmente determinadas.
- Nivel 2: reconocer que las decisiones sobre el desarrollo científico y tecnológico se toman a favor de intereses particulares y que los beneficios que obtienen algunos pueden ser a expensas de otros. Reconociendo que los desarrollos científico y tecnológico están indisolublemente ligados a la distribución de la riqueza y el poder.

- Nivel 3: desarrollar los propios puntos de vista y establecer las propias posiciones de valor subyacentes.
- Nivel 4: prepararse y actuar en temas sociocientíficos y ambientales.

Colucci-Gray (2014) sostiene que una subestimación de las dimensiones políticas y éticas de la ciencia y la tecnología limita las posibilidades de que la educación fije agenda para la participación ciudadana en asuntos de ciencia y tecnología; considerando que el conocimiento es inseparable de la acción, el contexto y la comunidad científica, dentro de una comunidad mucho más amplia de relaciones humanas y no humanas. Para la autora se debería ir más allá de posturas críticas basadas en "actitud escéptica" de valoración de las innovaciones, en la cual el profesorado de ciencias se convierte en dinamizador de "refutación de hipótesis", ayudando a los estudiantes a sopesar evidencias en competencia / conflicto (en la búsqueda de consensos); para expandirse hacia el fomento de intercambios dialógicos (que desde habilidades lingüísticas, emocionales, reflexivas y creativas permiten las competencias comunicativas dialógico-relacionales, que impiden expresar la diversidad) entre diferentes ideas de desarrollo económico y visiones del mundo en el ámbito intercultural.

Tolbert y Bazzul (2017), por su parte, consideran una pedagogía de igualdad para el cambio sociopolítico en la educación, que es inminente y necesaria para enfrentar la crisis del siglo XXI. Un giro sociopolítico implica incorporación de la teoría crítica y la filosofía política para elevar la conciencia y el compromiso con la participación y acción social, en contextos de marginación, control y opresión en los cuales el aprendizaje se centraría en problemáticas locales y globales, en pro de la equidad y justicia ambiental, salud pública, problemas sociocientíficos, así como un enfoque en las inquietudes locales y globales de los estudiantes, en un conjunto culturalmente situado de actividades y prácticas. La continua politización de qué y quién cuenta en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se apoya en el giro cultural y lingüístico de manera que intensifica las luchas sociales y políticas, incluidas aquellas a las que aún no se les ha dado la importancia requerida.

Seethaler (2013) en su libro *Lies, Damned Lies, and Science* pretende empoderar a las personas de todas las edades y niveles educativos para pensar críticamente sobre temas relacionados con la ciencia y tomar decisiones bien equilibradas al respecto, para lo cual propone un decálogo de herramientas para defenderse no solo de quienes filtran la información pudiéndola tergiversar con fines periodísticos, sino también de los "mercaderes de la duda y posverdad", quienes propagan información incorrecta y engañosa con fines premeditados, en temas de medioambiente, salud y tecnología.

Comprender cómo progresa la ciencia y por qué los científicos a veces *discrepan,* identificando brechas e inconsistencias, disputas y consensos en el conocimiento llamando a la cautela al interpretar los hallazgos, pero sin descartar la investigación científica, llamando a las partes interesadas, incluidos los medios de comunicación, a que no escondan los desacuerdos de los científicos como si la comunidad científica estuviera dividida en partes iguales sobre un tema, cuando la gran mayoría de los científicos han llegado a un consenso de revisión de hechos por revisión por pares.

Identificar a quienes tienen interés en un tema y cuáles son sus posiciones, regresando a la fuente inicial de la información y buscando las perspectivas de una variedad de partes interesadas, y cómo la cadena de difusión de la información a menudo la distorsiona.

Elucidar todos los pros y los contras de una decisión, entre opciones aparentes que son con frecuencia falsas dicotomías (polarizantes), con simplificación excesiva de múltiples alternativas. Una decisión solo es acertada si tiene en cuenta cada una de las opciones posibles, desde una lista de riesgos y beneficios a largo plazo, a corto plazo o ambos.

Colocar las alternativas en un contexto apropiado para evaluar lo que se gana y se pierde, ya que es fácil dejarse engañar por la omisión de un contexto apropiado para la comparación, como tecnologías alternativas y políticas implementadas.

Distinguir entre causa y coincidencia, que para problemas complejos las múltiples causas que interactúan son comunes, donde los ensayos "a ciegas" son muy importantes para protegerse contra el sesgo involuntario o deliberado. La combinación de múltiples formas de datos de diferentes estudios puede ayudar a confirmar un vínculo entre causa y efecto.

- *Reconocer cuán ampliamente se pueden aplicar las conclusiones de un estudio*, dado que los hallazgos en una situación con frecuencia no se sostienen en otras situaciones.
- *Ver a través de la maraña de números*, donde el significado de las estadísticas puede verse distorsionado por los procedimientos de recopilación de datos, y las tendencias aparentes, a menudo surgen debido a las fluctuaciones naturales de los datos.
- *Discernir las relaciones entre ciencia y política*. Cuando los resultados no se pueden conciliar, la verdad suele estar en algún punto intermedio de un análisis de costos y beneficios para la toma de decisiones.

- *Superar las tácticas diseñadas para simplemente eludir la lógica*, del razonar sacando conclusiones apresuradas sobre causa y efecto, con ideas que confirman sus creencias mientras ignoran las ideas que las contradicen.
- *Saber buscar información para obtener una perspectiva equilibrada*, consultando una variedad de tipos de fuentes de información.

Conclusiones

- Los tiempos de crisis global demandan cambios radicales, no solo en nuestro estilo de vida, sino particularmente en el entender y criticar de forma propositiva el modelo de desarrollo, sus políticas y el conocimiento científico imperante, para así contribuir a la generación de alternativas. En escenarios de problemas complejos cargados de incertidumbre y de luchas entre partes interesadas, las ciencias se transdisciplinarizan en contextos de diálogo de saberes y de democracia epistémica, en un nuevo contrato social propio de unas ciencias sustentables y de posnormalidad, dando relevancia a los escenarios políticos de toma de decisiones ciudadanas informadas y orientadas a la gobernanza global.
- En el nuevo contrato social para las ciencias, se pide a los científicos practicar una ciencia desacelerada, que permita la reflexión y la participación social desde lo que saben, aprendiendo a diferenciar entre hechos y valores, ciencia y política en entornos de conflictos de intereses.
- Las crisis climática y sanitaria no solo han sido detonantes de cambios de perspectivas interepistémicas, al estar circunscritas a escenarios de controversias, incertidumbre, riesgo e intereses políticos, sino que se convierten en contextos integrados sistémicamente con demandas éticas para la toma de decisiones de las cuales dependerá el futuro inmediato de la humanidad.
- La imagen pública de las ciencias debilitada en su credibilidad al ponerse al servicio del mercado, y su visión positivista desligada de lo ético, parecen empeorar en escenarios de incertidumbre como en la pandemia por el COVID-19, donde muchas decisiones se tomaron de acuerdo con conocimientos parciales e incompletos, como por ejemplo, el uso de vacunas experimentales, sin aprobación total, donde las farmacéuticas exigieron excepciones de responsabilidad.
- Las demandas a la educación en ciencias de orientarse al aprendizaje crítico y argumentativo, y dialógico desde una perspectiva encaminada a cuestiones socioambientales, que dé prioridad al posdesarrollo, la pluralidad epistémica y la posmodernidad, en escenarios de conflictos y justicia socioambiental, más allá de los casos simulados de la didáctica clásica en aulas escolares.

Referencias

Bensaude-Vincent, B. y Simon, J. (2020). *Química, la ciencia impura*. Fondo de Cultura Económica.

Brundiers, K. y Wiek, A. (2011). *Educating students in real-world sustainability research: vision and implementation*. *Innovative Higher Education,* 36, 107-124. https://doi.org/10.1007/s10755-010-9161-9

Collins, H. M. y Evans, R. (2002). *The third wave of science studies: studies and experience*. Social Studies of Science, 32(2), 235-296.

Colucci-Gray, L. (2014). *Beyond evidence: a critical appraisal of global warming as a socio-scientific issue and a reflection on the changing nature of scientific literacy in school*. Cultural Studies of Science Education, 9, 633-647. https://doi.org/10.1007/s11422-013-9556-x

Funtowicz, S. y Ravetz, J. (2008). Values and uncertainties. En G. Hirsch Hadorn, H. Hoffmann-Riem, S. Biber-Klemm, W. Grossenbacher-Mansuy, D. Joye, C. Pohl, U. Wiesmann y E. Zemp (Eds.), *Handbook of Transdisciplinary Research* (pp. 361-368). Springer.

Harambam, J., Grusauskaite, K. y De Wildt, L. (2022). Poly-truth, or the limits of pluralism: popular debates on conspiracy theories in a post-truth era. *Public Understanding of Science, 31(6),784-798*. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/09636625221092145

Healy, S. (1999). *Extended peer communities and the ascendance of post-normal politics*. *Futures, 31, 655-669*.

Hodson, D. (2010). Science education as a call to action. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 10(3), 197-206. https://doi.org/10.1080/14926156.2010.504478

Lubchenco, J. (1998). Entering the century of the environment: a new social contract for science. *Science*, *279*(23), 491-497.

Mora, W. M. (2020). Las epistemologías del sur y la relación sostenibilidad / sustentabilidad en la construcción conceptual de una línea de investigación didáctica sobre justicia socio-ambiental. En A. Molina (Ed.), *Investigación y formación de profesores de ciencias: diálogos de perspectivas latinoamericanas* (pp. 21-54). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. http://die.udistrital.edu.co/publicaciones/capitulos_de_libro/las_epistemologias_del_sur_y_la_relacion

Ravetz, J. (2014). *The no-nonsense guide to science*. New Internationalist Pubns Inc.

Rekker, R. (2021). The nature and origins of political polarization over science. *Public Understanding of Science*, 30(4), 352-368. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0963662521989193

Saltelli, A. y Funtowicz, S. (2017). What is science's crisis really about. *Futures,* 91, 5-11.

Schwab, K. y Malleret, T. (2020). *COVID-19: el gran reinicio.* Forum Publishing.

Seethaler, S. (2013). *Mentiras descaradas y la ciencia. Cómo no tragar entero todo lo que dicen los medios sobre el calentamiento global, la salud y demás controversias científicas de actualidad.* Universidad de Antioquia.

Stengers, I. (2017). *En tiempos de catástrofes. Cómo resistir a la barbarie que viene.* NED Ediciones.

Stengers, I. (2019). *Otra ciencia es posible. Manifiesto por una desaceleración de las ciencias.* NED Ediciones.

Ten Have, H. (2022). *The Covid-19 pandemic and global bioethics. Vol 18.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91491-2

Tolbert, S. y Bazzul, J. (2017). Toward the sociopolitical in science education. *Cultural Studies of Science Education, 12*(2), 321-330. https://doi.org/10.1007/s11422-016-9737-5

Wesselin, A. y Hoppe, R. (2011). If post-normal science is the solution, what is the problem? the politics of activist environmental science. *Science, Technology, & Human Values, 36*(3), 389-412. https://doi.org/10.1177/0162243910385786

Xiao, X., Borah, P. y Su, Y. (2021). The dangers of blind trust: examining the interplay among social media news use, misinformation identification, and news trust on conspiracy beliefs. *Public Understanding of Science, 30*(8), 977-992. https://doi.org/10.1177/0963662521998025