



Formar ciudadanas y ciudadanos capaces de opinar críticamente, decidir informadamente y transformar su entorno a partir de saberes científicos



¿En qué consiste la práctica de formar ciudadanas y ciudadanos capaces de opinar críticamente, decidir informadamente y transformar su entorno a partir de saberes científicos?

Esta práctica busca que las y los estudiantes usen sus saberes científicos para analizar problemáticas relevantes, formular opiniones fundamentadas, tomar decisiones informadas y participar activamente en la transformación de su entorno (Ministerio de Educación de Chile [MINEDUC], 2018b). Así, la educación en ciencias se releva como un proceso de formación ciudadana donde el conocimiento científico adquiere sentido pleno al servicio de la participación democrática y el bienestar personal, de la sociedad y del medioambiente.

La educación para la ciudadanía promueve la participación activa, el pensamiento crítico y la transformación social mediante tres ámbitos interrelacionados de aprendizaje (UNESCO, 2015). En el ámbito cognitivo, las y los estudiantes desarrollan capacidades para comprender problemas locales y globales, sus interrelaciones e interdependencia, adquiriendo habilidades de indagación y análisis crítico. En el ámbito socioemocional,

experimentan sentido de pertenencia a una humanidad común, desarrollando empatía, solidaridad y respeto por la diversidad. En el ámbito conductual, aprenden a actuar de manera eficaz y responsable en sus contextos, desarrollando motivación y voluntad para emprender acciones necesarias hacia un mundo más pacífico y sostenible (UNESCO, 2015, 2025).

Estos ámbitos se articulan con las habilidades fundamentales para el siglo XXI: pensamiento crítico para evaluar información y resolver problemas complejos, creatividad para generar soluciones innovadoras, colaboración para trabajar efectivamente con otros, y comunicación para expresar ideas de manera clara y fundamentada (Badillo et al., 2023). En conjunto, estas competencias preparan a las y los estudiantes para navegar un mundo caracterizado por cambios acelerados, desafíos globales interconectados y la necesidad de tomar decisiones informadas sobre cuestiones científico-tecnológicas que afectan sus vidas (Schleicher, 2023).

En este marco, se hace evidente que la capacidad de aplicar conocimientos científicos en la vida cotidiana, hacerse preguntas sobre fenómenos y obtener conclusiones basadas en evidencia para comprender el mundo y tomar decisiones informadas que afecten favorablemente la vida de las personas, la sociedad y el medioambiente —lo que se denomina alfabetización científica— constituye una necesidad imperativa en un mundo globalizado y un derecho fundamental de toda la población (National Research Council [NRC], 2012). No se trata de un lujo intelectual para quienes seguirán carreras científicas, sino de una competencia ciudadana esencial para participar en sociedades democráticas donde las decisiones vinculadas con la ciencia y tecnología inciden directamente en la vida cotidiana. Así, la formación en ciencias se vuelve un elemento estratégico para enfrentar, a nivel personal y social, desafíos urgentes como la desinformación científica, la crisis climática y de biodiversidad, las implicancias éticas de las nuevas tecnologías, la desigualdad social, la crisis energética y las decisiones sobre salud personal y comunitaria, entre otros.

Esta competencia ciudadana permite interpretar fenómenos mediante modelos, tomar decisiones informadas en problemáticas sociocientíficas, ejercer pensamiento crítico, reconocer las ciencias como producto cultural humano y mantener una mirada ética sobre sus alcances y limitaciones (Adúriz-Bravo, 2008; NRC, 2012).

Desde la relevancia anteriormente descrita, la equidad en alfabetización científica es un imperativo ético, democrático y de justicia social. Todas y todos los estudiantes deben contar con oportunidades equitativas para aprender ciencias, acceso a espacios, equipos y docentes de calidad, y currículos que respondan a sus necesidades y experiencias (NRC, 2012). Los grupos históricamente marginados —estudiantes económicamente desfavorecidos, minorías raciales y étnicas, estudiantes con discapacidades, estudiantes con dominio limitado del español— requieren atención específica para garantizar que la alfabetización científica sea verdaderamente un derecho de todos y todas (NGSS, 2013).

Para materializar esta alfabetización científica equitativa, es fundamental comprender cómo se articulan las distintas prácticas disciplinares. Mientras la indagación permite formular preguntas y analizar evidencia, y la modelización construir representaciones de fenómenos complejos, esta práctica moviliza estos aprendizajes para actuar sobre problemas reales y socialmente relevantes. La comprensión de la naturaleza de las ciencias aporta la dimensión metacientífica para evaluar críticamente afirmaciones científicas y reconocer que las decisiones involucran aspectos científicos, éticos, sociales, económicos y ambientales (Adúriz-Bravo, 2008). La argumentación científica se vuelve herramienta fundamental para analizar y defender posturas en controversias sociocientíficas y rechazar el mal uso de información (OECD, 2023). Así, todas las prácticas convergen donde el conocimiento científico adquiere su sentido más profundo: contribuir al bienestar mediante decisiones informadas y transformación social responsable.

Más allá de los límites disciplinares de las ciencias naturales, esta práctica promueve un enfoque integrado que articula ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM) con las humanidades y ciencias sociales. Los desafíos que enfrenta la humanidad no pueden abordarse desde una única disciplina, sino que requieren la integración de conocimientos científicos, tecnológicos, matemáticos, humanísticos, sociales y saberes locales para resolver problemas complejos, socialmente relevantes y pertinentes al contexto (Condesa, 2024; Bascope et al., 2024). Esta integración disciplinar supera la fragmentación tradicional del currículum y habilita a las y los estudiantes para comprender fenómenos complejos desde múltiples perspectivas, desarrollando soluciones innovadoras y contextualizadas.

La formación en ciencias para la ciudadanía cobra sentido cuando se vincula con los contextos donde viven las y los estudiantes, donde las familias, comunidades y espacios

públicos —museos, plazas, centros culturales— son socios estratégicos. Las y los estudiantes participan en proyectos comunitarios que abordan problemas ambientales locales, diseñan soluciones tecnológicas para mejorar la calidad de vida en sus vecindarios y se involucran en debates sobre temas sociocientíficos (NGSS, 2013). Así, asumen un rol activo tanto dentro como fuera del aula, siendo reconocidos como agentes de cambio ante los diferentes desafíos que enfrentamos como sociedad (Bascope et al., 2024). Estos vínculos enriquecen el aprendizaje, refuerzan la percepción de la ciencia como herramienta relevante para transformar el entorno inmediato (NGSS, 2013) y superan la visión tradicional del estudiante como receptor pasivo para reconocerlo como protagonista capaz de actuar mediante conocimiento científico fundamentado. Esta agencia estudiantil se potencia cuando la comunidad científica asume su responsabilidad en la renovación de la educación científica, estableciendo conexiones necesarias entre investigadores, educadores, responsables de políticas públicas y ciudadanos (Léna, 2015), fomentando una colaboración que trasciende fronteras académicas y culturales para promover una sociedad más informada y participativa.

El desarrollo de la alfabetización científica y ciudadana es un proceso gradual que se inicia en educación parvularia y se profundiza progresivamente a lo largo de toda la trayectoria escolar. En educación parvularia, se favorece el desarrollo de actitudes y conocimientos sobre la vinculación entre sociedades y entorno natural mediante experiencias que respondan a temas desafiantes y problemas auténticos, involucrando activamente a niñas y niños en exploración e indagación científica temprana (MINEDUC, 2018a). En educación básica, las y los estudiantes aplican conocimientos científicos para comprender experiencias cotidianas y reconocer el impacto de ciencia y tecnología en sus vidas, desarrollando gradualmente capacidad de usar evidencia en la toma de decisiones (MINEDUC, 2018b) e iniciándose en proyectos contextualizados en su comunidad. En educación media (MINEDUC, 2015) profundizan el pensamiento crítico, evalúan evidencia científica y analizan implicancias éticas y sociales de aplicaciones científico-tecnológicas mediante problemáticas locales. En los últimos años de la educación media, la asignatura Ciencias para la Ciudadanía integra conocimientos para comprender fenómenos complejos, diseñar e implementar proyectos basados en evidencia que aborden desafíos ambientales y sociales de sus territorios, y participar activamente como ciudadanos alfabetizados científicamente (MINEDUC, 2019).

A lo largo de esta trayectoria, el objetivo fundamental permanece constante: formar ciudadanas y ciudadanos capaces de usar el conocimiento científico para comprender el mundo, opinar críticamente, decidir informadamente en base a evidencia y transformar su entorno de manera responsable. Solo así la educación científica cumple su promesa más profunda: contribuir a una sociedad más justa, democrática y sustentable.



Qué no es la práctica formar ciudadanas y ciudadanos capaces de opinar críticamente, decidir informadamente y transformar su entorno a partir de saberes científicos

- Preparar a las y los estudiantes para cuando sean adultos, sin en reconocer que desde la educación parvularia tienen el derecho de participar activamente en la sociedad. Los niños y niñas no son "ciudadanos en formación" que esperan pasivamente alcanzar la adultez para ejercer ciudadanía, sino sujetos de derecho que pueden y deben involucrarse en las decisiones que afectan sus vidas, sus comunidades y su entorno desde el presente.
- Memorizar definiciones de conceptos o reproducir información científica descontextualizada. Esta práctica implica desarrollar la capacidad de usar ese conocimiento para comprender situaciones reales, tomar decisiones informadas y participar en debates sobre cuestiones que afectan a la sociedad. No basta saber qué es el cambio climático; es necesario comprender sus implicancias locales y poder actuar consecuentemente.
- Presentar las controversias sociocientíficas como problemas con una única respuesta correcta. Estas deben considerar incertidumbre científica, múltiples perspectivas legítimas, valores en conflicto e intereses diversos. La alfabetización científica implica desarrollar capacidad de navegar esta complejidad, no simplificarla artificialmente. Las y los estudiantes deben aprender que cuestiones como el uso de transgénicos, la vacunación obligatoria o las políticas energéticas no tienen respuestas puramente técnicas, sino que requieren considerar evidencia científica

junto con valores, prioridades sociales y consecuencias diferenciadas para distintos grupos.

- Presentar una visión catastrófica del futuro que genere desesperanza. Si bien es fundamental comprender la urgencia de desafíos como el cambio climático, presentarlos como amenazas insuperables genera parálisis. Esta práctica cultiva un optimismo crítico: reconocer problemas reales basándose en evidencia, visibilizar soluciones existentes y desarrollar agencia transformadora.
- Limitar el aprendizaje al aula y contextos artificiales. La alfabetización científica se desarrolla cuando las y los estudiantes se involucran con problemáticas auténticas de sus comunidades y colaboran con diversos actores sociales. Desvincularse del contexto sociocultural, ignorando experiencias, saberes previos e intereses comunitarios, reproduce inequidades y dificulta que la ciencia sea significativa y accesible.
- Identificar talentos para carreras científicas mientras se ofrece educación reducida a otros. La alfabetización científica es un derecho de todos y todas, independientemente de trayectoria, género, origen cultural o condición socioeconómica. Perpetuar brechas de género en STEM o invisibilizar conocimientos de pueblos originarios reproduce inequidades que limitan la participación democrática en sociedades multiculturales.



Estrategias

- **Mapas de controversias sociocientíficas.** Representar visualmente la complejidad de controversias identificando actores involucrados, posiciones en disputa, evidencias movilizadas, valores en juego, incertidumbres científicas e intereses en conflicto. Por ejemplo, al estudiar políticas energéticas locales, las y los estudiantes crean un mapa identificando la posición de empresas eléctricas, comunidades afectadas, científicos climáticos, autoridades municipales y

organizaciones ambientalistas, evidenciando que no existe una única "respuesta correcta científica" sino decisiones que integran evidencia con valores éticos y sociales.

- **Debates estructurados desde múltiples perspectivas.** Asignar roles que representen diferentes actores sociales, exigiendo argumentos fundamentados en evidencia y consideración de valores éticos. Por ejemplo, en un debate sobre vacunación obligatoria, las y los estudiantes asumen roles de epidemiólogos, familias con niños inmunodeprimidos, grupos antivacunas, autoridades de salud pública y bioéticos, debiendo investigar evidencia científica específica para cada posición y comprender la complejidad de decisiones que involucran autonomía individual, salud colectiva e incertidumbre científica.
- **Proyectos de investigación-acción comunitaria.** Involucrar a las y los estudiantes en identificación de problemáticas locales, investigación fundamentada, diseño colaborativo de propuestas e implementación con actores comunitarios. Por ejemplo, investigan contaminación de un río local, analizan muestras de agua, entrevistan a vecinos afectados, consultan investigaciones científicas sobre bioindicadores, diseñan propuesta de monitoreo participativo, la presentan al municipio y organizan jornadas comunitarias de limpieza, reconociéndose como agentes de cambio capaces de incidir en su territorio.
- **Análisis crítico de discursos mediáticos sobre ciencia.** Desarrollar literacidad crítica identificando sesgos, intereses, estrategias retóricas y propósitos comunicativos en textos, imágenes o audiovisuales. Por ejemplo, estudiantes comparan cómo diferentes medios reportan el mismo estudio científico sobre cambio climático: analizan titulares sensacionalistas versus informativos, identifican omisión de incertidumbres, uso selectivo de datos y confusión entre correlación y causalidad, desarrollando criterios para evaluar confiabilidad de información científica en contextos cotidianos.
- **Pensamiento de diseño para soluciones contextualizadas.** Aplicar metodología de design thinking: empatizar con afectados, definir problema, idear soluciones, prototipar y testear. Por ejemplo, para abordar desperdicio de alimentos en el colegio, estudiantes entrevistan a personal de casino, observan patrones de

consumo, definen problema central, generan múltiples ideas (compostaje, redistribución a comedores solidarios, ajuste de porciones), prototipan la más viable, la implementan durante un mes y evalúan impacto mediante medición de residuos.

- **Evaluación de fuentes mediante criterios explícitos.** Enseñar sistemáticamente a distinguir fuentes confiables de desinformación considerando autoría, evidencia, revisión por pares, transparencia sobre financiamiento y reconocimiento de incertidumbres. Por ejemplo, ante una afirmación viral sobre "cura natural del cáncer", las y los estudiantes aplican checklist: ¿quién la publica?, ¿presenta evidencia experimental?, ¿ha sido revisada por pares?, ¿reconoce limitaciones?, ¿revela conflictos de interés?, comparando con publicaciones científicas legítimas sobre tratamientos oncológicos.
- **Conexión de problemáticas locales con desafíos globales.** Vincular situaciones comunitarias con fenómenos planetarios para comprender interconexiones y responsabilidad compartida, siempre cultivando optimismo crítico ante desafíos ambientales —reconocer urgencia visibilizando soluciones existentes y agencia transformadora—. Por ejemplo, al investigar la sequía que afecta agricultura familiar local, estudiantes analizan patrones climáticos regionales, conectan con datos globales de cambio climático, estudian políticas hídricas nacionales, examinan prácticas agrícolas sustentables en otras regiones con clima similar y proponen adaptaciones locales, reconociendo que su comunidad es parte de sistemas socioecológicos interdependientes a escala global.
- **Comunicación a audiencias auténticas.** Presentar hallazgos y propuestas a autoridades locales, organizaciones comunitarias, medios de comunicación u otras audiencias reales. Por ejemplo, tras investigar accesibilidad en espacios públicos de su comuna, estudiantes preparan presentación con datos de campo, testimonios de personas con movilidad reducida, normativa vigente y propuestas específicas, la exponen ante concejales en sesión municipal y publican informe en redes sociales, experimentando que su trabajo científico puede tener impacto real más allá del aula.

- **Argumentación orientada a decisiones y acciones.** Extender argumentación más allá de explicar qué sucede y hacia qué debe hacerse, involucrando razonamiento moral y evaluación de consecuencias. Por ejemplo, en lugar de solo argumentar por qué ocurre la deforestación, las y los estudiantes debaten qué políticas deberían implementarse considerando derechos de pueblos indígenas, necesidades económicas de comunidades locales, compromisos climáticos globales y preservación de biodiversidad, aprendiendo que las decisiones científico-tecnológicas requieren ponderar valores éticos junto con evidencia empírica.
- **Integración disciplinar mediante ABP extendido (STEAM).** Organizar proyectos de varias semanas que requieran movilizar ciencias, matemáticas, tecnología, artes, lenguaje y ciencias sociales. Por ejemplo, un proyecto "Alimentación sustentable en nuestro colegio" donde estudiantes calculan huella de carbono de menús (matemáticas), investigan sistemas alimentarios locales (ciencias sociales), analizan nutrientes y procesos biológicos (ciencias naturales), diseñan huerto escolar con riego eficiente (tecnología) y comunican propuesta mediante campaña visual (lenguaje y artes), superando fragmentación disciplinar.
- **Valoración de diversidad: saberes locales y perspectivas culturales.** Reconocer conocimientos tradicionales, experiencias comunitarias y diversidad de perspectivas familiares como complementarios al conocimiento científico occidental, valorando esta pluralidad como recurso de aprendizaje. Por ejemplo, al estudiar gestión hídrica en región con comunidades indígenas, el docente anticipa que las y los estudiantes tendrán perspectivas diversas según las cosmovisiones de sus familias sobre territorio y agua. Invita a entrevistar agricultores que usan sistemas tradicionales de riego, registran prácticas multigeneracionales de conservación, las contrastan con principios científicos de hidrología, identifican coincidencias y diferencias, y diseñan propuesta que integra conocimiento científico con saberes locales.
- **Diversificación de roles en proyectos colaborativos.** Reconocer que proyectos complejos requieren diversos roles: investigación, análisis de datos, diseño visual, comunicación, gestión, vinculación comunitaria. Por ejemplo, en un proyecto sobre contaminación acústica urbana, algunos estudiantes realizan mediciones

con sonómetros y analizan datos, otros investigan efectos en salud, otros diseñan infografías comunicativas, otros gestionan reuniones con vecinos, y otros coordinan presentación ante autoridades, valorando diferentes talentos y garantizando participación equitativa.

- **Análisis de dimensiones éticas de desarrollos científico-tecnológicos.** Examinar sistemáticamente cómo la ciencia y tecnología involucran valores, prioridades sociales y consecuencias diferenciadas. Por ejemplo, al estudiar inteligencia artificial, las y los estudiantes analizan no solo cómo funcionan algoritmos de reconocimiento facial, sino quién desarrolla estas tecnologías, con qué datos se entrenan, qué sesgos pueden contener, quiénes se benefician económicamente, qué riesgos plantean para privacidad y vigilancia, y cómo afectan diferenciadamente a distintos grupos sociales.
- **Evaluación auténtica mediante desempeños situados.** Evaluar la alfabetización científica donde las y los estudiantes analicen problemáticas nuevas, tomen decisiones fundamentadas y comuniquen a audiencias reales. Por ejemplo, un portafolio digital documentando análisis crítico de noticias, mapas de controversias, debates argumentados y propuestas implementadas con evidencias de impacto comunitario. Intencionar la reflexión metacognitiva sobre cómo evolucionó su comprensión de que decisiones científicas involucran valores éticos junto con evidencia.
- **Documentación sistemática de experiencias.** Registrar qué problemáticas generaron mayor involucramiento de las y los estudiantes, qué estrategias promovieron mejor argumentación, qué proyectos tuvieron impacto comunitario real y qué dificultades surgieron. Por ejemplo, el docente mantiene portafolio digital documentando proyectos de investigación-acción, compartiendo posteriormente con colegas en comunidades de práctica para construir conocimiento profesional colectivo sobre enseñanza efectiva de alfabetización científica.



Bibliografía

- Adúriz-Bravo, A. (2008). La naturaleza de la ciencia. En C. Merino, A. Gómez Galindo, & A. Adúriz-Bravo (Coords.), Áreas y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales (pp. 69–77). Universidad de Santiago de Chile.
- Badillo, A., Luque, D., & Catalán, M. (2023). ¿Cómo promover las habilidades del siglo XXI en trabajos grupales durante la formación docente? Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Bascopé, M., Ibaceta, N., & Ruiz, S. (2024). Marco STEM+ para la implementación de innovación educativa en Latinoamérica. Siemens Stiftung.
- Condeza-Marmentini, A. (Coord.). (2024). Modelo pedagógico educación transformadora con la naturaleza: Orientaciones para docentes en el marco de la formación de competencias para la transformación. Universidad Alberto Hurtado y Fundación Cosmos.
- Léna, P. (2015). La educación en la ciencia: Sus valores y el papel de la comunidad científica. En R. Gutiérrez, C. Everaest, & C. Robles (Eds.), La enseñanza de la ciencia en la educación básica: Antología sobre indagación (Vol. 1, pp. 45–52). Innovación en la Enseñanza de la Ciencia.
- Ministerio de Educación de Chile. (2015). Bases curriculares 7° básico a 2° medio. Autor.
- Ministerio de Educación de Chile. (2018a). Bases curriculares Educación Parvularia. Autor.
- Ministerio de Educación de Chile. (2018b). Bases curriculares 1° a 6° básico. Autor.

- Ministerio de Educación de Chile. (2019). Bases curriculares 3° y 4° medio. Autor.
- NGSS Lead States. (2013). Appendix D: All standards, all students. En NGSS Lead States, Next Generation Science Standards: For states, by states. The National Academies Press.
- National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). PISA 2025 science framework (Second draft). OECD Publishing.
- Schleicher, A. (2023, 26 de septiembre). Launching the new PISA 2025 Science Framework [Discurso]. Oxford University Press. <https://corp.oup.com/feature/launching-the-new-pisa-2025-science-framework/>
- UNESCO. (2015). Educación para la ciudadanía mundial. UNESCO.
- UNESCO. (2025). Guía para un currículo verde: Enseñanza y aprendizaje para la acción climática. UNESCO.