

Serie Cuadernos para la enseñanza

Cuenta la Gota: Integración de saberes en clave de indagación escolar

Ciclo Básico de la
Educación Secundaria



Lo Curto, Florencia; Cugini, Ana; Unsain, Nicolás

Cuenta la gota: integración de saberes en clave de indagación escolar: Ciclo Básico de la Educación Secundaria; editado por Gonzalo Martín Gutierrez; Micaela Perez Rojas; Romina Clavero; coordinación general de Luciana Corigliano; Laura Pellizzari; Melina Storani; ilustrado por Víctor Rodas.

- 1a ed ilustrada. - Córdoba: Unión de Educadores de la Provincia de Córdoba; Alaya Servicio Editorial, 2021.

Libro digital, PDF - (Cuadernos para la enseñanza. Propuestas y experiencias para enseñar Ciencias Naturales)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-8425-15-3

1. Educación Secundaria. 2. Ciencias Naturales. 3. Métodos Pedagógicos. I. Gutierrez, Gonzalo Martín, ed. II. Perez Rojas, Micaela, ed. III. Clavero, Romina, ed. IV. Corigliano, Luciana, coord. V. Pellizzari, Laura, coord. VI. Storani, Melina, coord. VII. Rodas, Víctor, ilus. VIII. Título.

CDD 507.12



Cuenta la Gota: Integración de saberes en clave de indagación escolar: Ciclo Básico de la Educación Secundaria por Florencia Lo Curto, Ana Cugini, Nicolás Unsain, Unión de Educadores de la provincia de Córdoba se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Junta Ejecutiva Central UEPC

Secretario General: Monserrat, Juan Bautista

Secretaria General Adjunta: Miretti, Zulema del Carmen

Secretario de Organización: Cristalli, Roberto Orlando

Secretario de Coordinación Gremial: Ruibal, Oscar Ignacio David

Secretario Administrativo y de Actas: Sosa, Mario Nicolás

Secretario de Finanzas: Gonella, Marcelo Luis

Secretaria Gremial de Nivel Inicial y Primario: Fauda, Estela Maris

Secretario Gremial de Nivel Secundario y Modalidades Educativas: Zalazar, Daniel A.

Secretario Gremial de Gestión Privada: Ricardo, Darío Iván

Secretaria de Asuntos Jubilatorios y Previsionales: Strasier, Graciela

Secretario de Prensa y Comunicación: Frontroth, Oscar Andrés

Secretario de Acción Social: Zammataro, Hugo Daniel

Secretaria de DD. HH. y Género: Marchetti, Silvia Teresita

Secretaria Gremial de Nivel Superior y U. P. C.: Moyano, María del Carmen

Secretario de Cultura: Mazzola, Fabián Leonardo

Secretaria de Salud y Medio Ambiente de Trabajo: Zamora, Lorena Fernanda

Secretaria de Educación: Cavallero, Aurorita del Valle

Secretario de Formación Político Sindical: Ludueña, Carlos Fernando

Cuadernos para la enseñanza

Edición: Gonzalo Gutierrez - Micaela Pérez Rojas - Romina Clavero

Coordinación de producción: Luciana Corigliano - Laura Pellizzari - Melina Storani

Corrección: Carla Fernández

Ilustración: Víctor Rodas

Diseño y diagramación: zetas.com.ar

La serie **Cuadernos para la enseñanza** es una publicación del Instituto de Capacitación e Investigación de los Educadores de Córdoba de la Unión de Educadores de la Provincia de Córdoba.

Consideraciones sobre el uso del lenguaje no sexista en la UEPC

Desde UEPC, como parte de nuestra apuesta por una sociedad más democrática y una escuela más inclusiva, llevamos adelante acciones en pos de la igualdad de género, cuestionando y debatiendo los distintos tipos de violencia machista y patriarcal que atraviesan nuestra vida en sociedad. Consideramos, tal como se plantea desde el Programa Nacional de Educación Sexual Integral del Ministerio de Educación de la Nación, que "el lenguaje es una construcción social e histórica atravesada por relaciones de poder" y que, por lo tanto, "la utilización del masculino genérico invisibiliza las distintas realidades e identidades, dejándolas en un lugar de subordinación". En ese marco, desde 2018 comenzamos a promover el uso institucional de lenguaje no sexista, estableciendo como pauta central evitar el uso del masculino genérico en las distintas instancias de comunicación formal involucradas en cada actividad que realizamos.

Subserie **Propuestas y experiencias para enseñar Ciencias Naturales**

Cuenta la Gota: Integración de saberes en clave de indagación escolar

Orientada a docentes de Física, Química y Biología del
Ciclo Básico de la Educación Secundaria

Florencia Lo Curto, Ana Cugini y Nicolás Unsain



“Si el hombre es un gesto, el agua es la historia.
Si el hombre es un sueño, el agua es el rumbo.
Si el hombre es un pueblo, el agua es el mundo.
Si el hombre es recuerdo, el agua es memoria.
Si el hombre está vivo, el agua es la vida.
Si el hombre la pisa, el agua salpica.
Cuídala, como cuida ella de ti”.

Joan M. Serrat



**Instituto de Capacitación
e Investigación de los
Educadores de Córdoba**

Índice

Presentación	5
Introducción	6
La integración de saberes en la escuela: un aporte para repensar la enseñanza de las Ciencias Naturales	7
Sobre la integración de saberes como estrategia didáctica	7
Sobre la integración de saberes a través de temas o problemas	10
Sobre los problemas “socio-científicos”	11
La perspectiva proyectual	12
Delimitación del contexto y construcción de la pregunta/problema	13
Análisis de conocimientos previos y necesidades	14
Planificación, diseño y organización	15
Implementación del proyecto	16
Socialización de la experiencia de trabajo por proyectos	16
Un posible recorte temático: el agua, escaso y delicado recurso natural de la provincia de Córdoba	17
¿Por qué elegimos el agua?	17
¡Que comience el recorrido didáctico!	20
Subtema 1: El agua, un recurso con propiedades particulares	24
Subtema 2: Generación y consumo de energía eléctrica	32
Subtema 3: Eutrofización de lagos	38
Saberes que se integran. ¿Qué hacemos con todo esto?	44
Las relaciones entre los subtemas	44
Experiencias y proyectos en escuelas de Córdoba	46
Esquema conceptual sobre la relación entre los subtemas del recorrido sugerido para la Educación Primaria y Secundaria	48
Llegando al final del recorrido	50
Bibliografía	51

Presentación

Desde el ICIEC-UEPC, hace más de una década ofrecemos propuestas de formación docente, espacios de diálogo y conversación entre especialistas del campo y producción de materiales específicos que abordan, desde diferentes perspectivas, la enseñanza de las Ciencias Naturales. Nos referimos a cursos y talleres desarrollados a lo largo y ancho de la provincia de Córdoba en los que nos hemos propuesto tematizar, profundizar y reflexionar junto a las compañeras y los compañeros docentes sobre las tradiciones de esta enseñanza; la renovación producida en el marco de las propuestas de alfabetización científica; la necesidad de establecer articulaciones entre saberes didácticos generales y saberes didácticos específicos de la Biología, la Química y la Física; la promoción de modos de enseñanza que hagan lugar a experiencias de indagación y experimentación; y la relevancia de estas cuestiones en la construcción de una ciudadanía crítica y comprometida con la preservación del medio ambiente, entre otros tópicos de importancia.

El 2020 fue un año muy peculiar y seguramente será recordado como el “año de la pandemia”. En este 2021, nos encontramos frente al gran desafío de recuperar esa experiencia para enriquecer nuestro trabajo de enseñar en el marco de una bimodalidad también compleja e inédita como forma de escolarización. En este marco, no podemos desconocer que las tecnologías digitales se transformaron en un asunto neurálgico para sostener la continuidad del trabajo pedagógico en todas las escalas del sistema educativo. Ello es así tanto en lo referido a procesos comunicacionales con las y los estudiantes y sus familias como en la revisión y reinención de las estrategias didácticas. En este sentido, es posible apreciar que, junto al acceso a la conectividad y a dispositivos tecnológicos, la atención al derecho de aprender de nuestras infancias y juventudes ha dependido, también, de la recreación de las propuestas de enseñanza y las prácticas docentes.

En este marco, haciendo pie en los saberes y experiencias acumuladas, desde el ICIEC-UEPC nos embarcamos en la producción de este material que implicó un trabajo colectivo de articulación entre saberes pedagógicos y disciplinares que ofrece propuestas y orientaciones didácticas para la Educación Secundaria.

Con esta publicación, correspondiente a la serie Cuadernos para la enseñanza, continuamos con la subserie Propuestas y experiencias para enseñar Ciencias Naturales. Esperamos compartir materiales que, articulando perspectivas didácticas y experiencias docentes, acerquen ideas y propuestas de enseñanza en las Ciencias Naturales que contribuyan con la construcción de aprendizajes relevantes y significativos en las escuelas. Decimos, entonces, que es una invitación a reconocer algunas problemáticas o temáticas comunes, propias del mundo que nos rodea, para convertirlas en objeto de indagación e investigación en la escuela.

Gonzalo Gutierrez, Micaela Pérez Rojas y Romina Clavero

Introducción

En esta publicación encontrarán opciones didácticas posibles de desarrollar en la enseñanza de las Ciencias Naturales desde una perspectiva que pone el foco en la integración curricular de saberes disciplinares, tradicionalmente enseñados y aprendidos en forma independiente.

En “La integración de saberes en la escuela: un aporte para repensar la enseñanza de las Ciencias Naturales” planteamos la integración curricular de saberes como estrategia didáctica que posibilita articular el trabajo de enseñar a través de temas o problemas denominados “socio-científicos”. Luego, en “La perspectiva proyectual”, nos detenemos en el aprendizaje basado en proyectos curriculares que integran saberes reconociendo los desafíos pedagógicos didácticos que supone este abordaje.

En “Un posible recorte temático: el agua, escaso y delicado recurso natural de la provincia de Córdoba”, presentamos el tema seleccionado para trabajar junto a sus estudiantes y comenzar con la indagación en clave de integración de saberes.

En “¡Que comience el recorrido didáctico!”, abordamos tres subtemas que se articulan entre sí para comprender la complejidad de la escasez del agua y compartir sugerencias para trabajarlos como Ciclos de Indagación Escolar.

Finalmente, en “Saberes que se integran. ¿Qué hacemos con todo esto?”, planteamos orientaciones para abordar las relaciones entre los subtemas y presentamos experiencias y proyectos desarrollados en las escuelas de Córdoba.

Sabemos que la exploración y el abordaje indagatorio del agua como recurso escaso en nuestra provincia reviste una complejidad que debe ser recuperada desde diversas dimensiones, ofreciendo itinerarios que permitan que los contenidos involucrados se pongan en relación y visibilicen la profundidad con la que puede ser estudiado este problema, de manera integrada.

Esperamos que el contenido de esta publicación nos ayude a pensar la integración de saberes anclada en indagaciones escolares.





La integración de saberes en la escuela: un aporte para repensar la enseñanza de las Ciencias Naturales

Sobre la integración de saberes como estrategia didáctica

Mucho se comenta, se piensa y se discute en las instituciones educativas en relación a la integración de saberes como estrategia didáctica al momento de diseñar y elaborar propuestas de enseñanza en cualquier espacio curricular tanto en la Educación Primaria como en la Secundaria. Tal es así que solemos escuchar que se trata de una meta compleja de realizar, que requiere de aunar esfuerzos entre docentes, que complejiza el desarrollo diario de las clases, que su logística desgasta, que los espacios curriculares participantes no logran abordar del modo que quisieran los contenidos involucrados, entre otras apreciaciones.

Ahora bien, algunas finalidades formativas relevantes en el modo de trabajo didáctico elaborado desde una perspectiva organizada en torno a la integración curricular suelen quedar relegadas a un plano secundario: la riqueza del tratamiento de una temática desde la problematización y comprensión en función de su relevancia social contemporánea, la apuesta por saberes emergentes que anclan el aprendizaje en el mundo real y crean puentes entre las disciplinas y la complejidad de las situaciones con las que se encontrarán sus estudiantes, que les demandará el despliegue de relaciones con los saberes involucrados¹.

En esta publicación, nuestro interés está puesto en la integración curricular como perspectiva didáctica². Por tanto, será necesario diferenciarla de la integración curricular como perspectiva organizativa de los saberes escolares, en donde la lógica disciplinar de cada espacio curricular puede verse diluida con mayor o menor fuerza según sea el planteo del tratamiento de contenidos que se aborde en las propuestas de enseñanza diseñadas.

Cuando nos referimos a la integración curricular desde una perspectiva didáctica, como señala Gutiérrez (2021), no afirmamos que se trate necesariamente de una alteración en la organización, estatus e identidad de los saberes curriculares a ser enseñados en la escuela, sino que la apuesta gira en torno a diversificar, trastocar, reponer modos didácticos de abordaje distintos. Si optamos por este tipo de

¹ Apuestas en esta perspectiva se pueden reconocer en las Jornadas Interdisciplinarias de Integración de Saberes llevadas adelante por el Ministerio de Educación de la provincia de Córdoba que procuran promover la integración de saberes como estrategia didáctica: "El desafío es comenzar a transitar desde instancias definidas sobre la base de un recorte de un campo de conocimiento a otras, estructuradas en torno a situaciones y/o problemas clave que los estudiantes van a tener que resolver poniendo en juego sus capacidades (...) que necesariamente van a convocar saberes de distinta naturaleza, requerimientos tanto teóricos como prácticos". *Jornadas Interdisciplinarias de Integración de Saberes. Ministerio de Educación de Córdoba*, 2018: 1.

² Integración curricular y proyectos escolares como dispositivos didácticos: una aproximación analítico-propositiva para enseñar en escenarios de transformación escolar.

integración, posibilitaremos que las y los estudiantes puedan reconocer puentes en común entre lógicas disciplinares que habilitan mejores condiciones tanto para su apropiación singular como para la comprensión de su interrelación con otros saberes.

En este sentido, el uso de esta estrategia didáctica que acompaña los procesos de aprendizaje puede contribuir a disminuir la fragmentación de conocimientos en la transmisión. Sobre todo, en el marco del esquema de especialización de las disciplinas escolares, que implica un “*curriculum* colección”³ en el que las disciplinas muy pocas veces se miran entre sí, basado en el pasaje de un tema a otro, de un espacio curricular a otro, sin visualizar las vinculaciones entre los saberes.

Si tuviéramos que nombrar tres características de este tipo de abordaje, diríamos que son la complejidad, la significatividad y la intención de movilizar el deseo de aprender.

La complejidad tiene lugar debido al trabajo con múltiples conocimientos, dimensiones y perspectivas para abordar un tema/problema que posibilitan profundizar su comprensión y modos de relación, sin desplazar la centralidad de los saberes curriculares. La significatividad se vincula con las responsabilidades ético políticas que las y los docentes tenemos de transmitir bienes culturales socialmente relevantes que integran los derechos de cada estudiante de acceder a los saberes escolares. Es por ello que lo significativo se inscribe en criterios de selección sobre los temas, problemas y/o contenidos a enseñar. Desde una perspectiva didáctica de la integración de saberes, elaboramos propuestas de enseñanza que coloquen a la población estudiantil en una situación de protagonismo con el saber que le permita elaborar sentidos propios sobre su relevancia y significatividad, habilitando diálogos que complejicen el pensamiento y la comprensión y estimulen el desarrollo de argumentaciones para compartir puntos de vista y modos de resolución y hacer sobre los temas a abordar. Por tanto, coincidimos en que la integración de saberes como opción de trabajo:

posibilita que los/as alumnos/as pongan en funcionamiento saberes de muy diverso orden y/o espacios disciplinares para la comprensión de determinados contenidos [...] además, al trabajarse sobre un tema/problema natural o social, donde no todas las respuestas se conocen previamente, se habilita un espacio para diálogos genuinos sobre el saber entre estudiantes y entre estos con sus docentes y familiares. También, cuando los temas/problemas se vinculan con la experiencia de vida de los/as estudiantes, se abre un registro emocional que puede dar lugar a modos significativos de implicación con los saberes trabajados. Las relaciones de complejidad y significatividad movilizadas en las propuestas de integración de saberes contribuyen a la utilización en contextos variados, de conceptos y procedimientos de diferentes áreas de conocimientos. (Gutierrez, G. y Zamanillo A., 2017: 27)

³ El sociólogo y lingüista británico Basil Bernstein caracteriza al “*curriculum* colección” como aquel en el que los contenidos o disciplinas de altos *status* están separados y delimitados unos de otros. Este tipo de organización curricular presupone un sistema de transmisión pedagógico y de evaluación que pone el énfasis en la especialización, en la diferenciación más que en los aspectos comunes o integrados. Se organiza en torno a asignaturas que disputan entre sí el sentido de qué tipo de conocimientos pertenece a una u otra; el conocimiento visto como “sagrado” se asemeja, en gran forma, a la propiedad privada con distintas fronteras simbólicas. El “*curriculum* colección” tiende a caracterizarse por su rigidez, diferenciación y jerarquía.

Por último, la tercera característica de este tipo de abordaje es que se interesa por movilizar el deseo por aprender en las y los estudiantes proponiendo una vinculación dinámica con los saberes que se ponen en juego, ya que la propuesta de actividades habilita la participación estudiantil en procedimientos de búsquedas e investigación⁴, con posibilidades de sumergirse en el problema abordado, haciendo tiempo para explorar lo desconocido como modo de comprender su complejidad. Esta estrategia didáctico-pedagógica invita a correrse de la visión de docente como persona que posee un saber a transmitir inamovible y, por tanto, meramente transferible que debe “aprehenderse”, para referir a docentes que, proponiéndose abonar a los procesos de comprensión de sus estudiantes, elaboran modos relacionales de abordar los saberes escolares, generando, para ello, espacios de participación con sus estudiantes y demás docentes, especialistas, miembros de la comunidad y/o de las familias. La planificación y el armado de las actividades que promueven marcos de protagonismos estudiantiles sostenidos pueden ser el punto de inicio para recorridos de indagación que otorguen valor a interrogantes surgidos espontáneamente y/o que les generen curiosidad. Dichos interrogantes se convierten en objeto de trabajo pedagógico articulados con contenidos curricularmente vigentes. En este sentido, abordamos la naturaleza de las ciencias, promoviendo estrategias de contextualización y problematización del contenido.

Desde esta perspectiva, el tema/problemática elegido/a puede enriquecerse con aportes de los distintos espacios curriculares involucrados en la propuesta de enseñanza, propiciando la comprensión desde diferentes aristas. Esta estrategia permite problematizar de otro modo los saberes escolares, promoviendo la construcción de aprendizajes en el diálogo entre las diferentes lógicas de conocimiento.

Si avanzamos en el tratamiento de la temática, descubrimos que existen diferentes modos de integra-

ción: se pueden promover desarrollos al interior de una asignatura, es decir, en la organización de la propuesta de enseñanza que cada docente realiza para el tratamiento de su espacio curricular y/o un tema de su programa; también se puede promover una integración horizontal, es decir, propuestas de docentes de diferentes áreas en un mismo año o grado; y se puede promover una integración vertical, es decir, docentes de la misma área de conocimiento en años o grados sucesivos. Según Cangenova (2005), existen tres modalidades posibles de integración de saberes: la integración de contenidos conceptuales, la integración de contenidos metodológicos y la integración de temáticas y/o problemáticas.

Si les interesa indagar más en profundidad sobre estos temas, pueden zambullirse en la siguiente lectura:

"Entre el deseo de saber y el deseo de aprender, la enseñanza tiene algo para hacer", en *La escuela construye aprendizajes: experiencias y propuestas para la enseñanza de Matemática y Ciencias Naturales*, ICIEC-UEPC, pp. 15-31. 2017.



⁴ Philippe Merieu plantea la diferencia entre deseo de saber y deseo de aprender. Para él, el deseo de saber es el deseo de saber hacer, de resolver lo inmediato, pero ese deseo de saber no necesariamente se materializa en deseo de aprender; plantea que es “la escuela el espacio donde docentes acompañan el traspaso del deseo de saber al aprender. Es permitir al alumno encontrar el placer en el procedimiento de la investigación y no así en la satisfacción inmediata de la solución que estaría ahí, ya lista” (ICIEC-UEPC, 2019).

Sobre la integración de saberes a través de temas o problemas

La integración de saberes por temas y/o problemas permite abordar la multidimensionalidad de aspectos que reviste el recorte elegido en su complejidad y el desarrollo de hábitos intelectuales que obligan a considerar las intervenciones humanas en el tratamiento del tema desde distintas perspectivas, articulando valores, ideologías, intenciones e intereses presentes y dando lugar a aprendizajes más contextualizados. Si nos situamos en la enseñanza de contenidos de las Ciencias Naturales, podemos decir que este tipo de integración recupera fenómenos de la naturaleza, donde no todas las respuestas se conocen previamente, dando lugar a un espacio para diálogos genuinos sobre el saber entre estudiantes y entre estudiantes con sus docentes y familias, generando la “exploración de nuevas y diversas alternativas de vinculación de la escuela con las realidades del mundo contemporáneo” (Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, 2018: 3).

Cuando los temas/problemas se vinculan con la experiencia de vida del estudiantado, como se planteaba anteriormente, se abre un registro emocional que puede propiciar modos significativos de implicación con los saberes trabajados. Por ejemplo, en el caso de la enseñanza de las Ciencias Naturales, y en relación específica con la indagación escolar, podemos aventurar componentes racionales y emocionales del pensamiento científico que se ponen en juego.

La capacidad de sostener y desarrollar la curiosidad y un sentido de la maravilla sobre el mundo que nos rodea, el acceso a modos de pensar y razonar basados en evidencia y razonamiento cuidadoso, la satisfacción de encontrar respuestas por uno mismo a preguntas por medio de la actividad mental y física propia, la flexibilidad en el pensamiento y el respeto por la evidencia y el deseo y la capacidad de seguir aprendiendo. (Furman, M., 2016: 18)

Reconocer estos componentes no significa que dejaremos de lado el abordaje de recortes o temáticas que, *a priori*, pueden resultar “alejadas” a la vivencia cotidiana de las y los estudiantes y que, quizá, pueden no anclar en su experiencia de vida. En este sentido, se puede, por ejemplo, instalar el interrogante de por qué los continentes no se hunden y, de ese modo, despertar la curiosidad a partir de inquietantes preguntas. Horacio Tignanelli (2018) propone presentar dichos interrogantes como “grandes ideas”⁵ a abordar que se vuelven relevantes por su complejidad y la red de saberes curriculares que entran. Las grandes ideas, las grandes preguntas, las temáticas redefinidas habilitan a que los problemas que preocupan a la ciencia lleguen al aula y se constituyan en oportunidades para el diálogo, la discusión, el debate y que permitan a las y los estudiantes construir una mirada crítica y vinculada con la realidad social.

Se pueden reconocer algunas características de las “grandes ideas o buenos problemas” refiriéndonos a su potencialidad para ser abordados en el aula:

⁵ En su artículo sobre “Los procesos escolares para una alfabetización científica”, Tignanelli define la categoría de grandes ideas como aquellas que pueden usarse para explicar y hacer predicciones sobre una serie de fenómenos relacionados sobre el mundo natural que se pueden generar tanto en las instancias de selección sobre aquello que debe incluirse en el currículum como en la selección que cada docente realiza en su trabajo con los diseños curriculares al momento de pensar en sus propuestas de enseñanza. Para ampliar esta idea, ver <https://www.uepc.org.ar/conectate/experiencias-y-propuestas-para-la-ensenanza-de-la-matematica-y-las-ciencias-naturales/>

- ▶ Que sean de interés y de alta motivación para las y los estudiantes.
- ▶ Que, en lo posible, tengan un alto grado de contextualización, de relevancia social.
- ▶ Que den cuenta de un nivel de complejidad adecuado, que se desprenda de ellos una riqueza conceptual desde lo disciplinar.
- ▶ Que promuevan la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia.
- ▶ Que tengan un grado de apertura en relación a la diversidad de manera que pueden ser abordados en el aula.
- ▶ Que sean originales.
- ▶ Que representen posibilidades concretas de ser resueltos en los tiempos y espacios disponibles y que puedan ser indagados por las y los estudiantes.

Al recortar una temática, se integran áreas o espacios curriculares a través de un interés común fortaleciendo una comprensión más compleja de determinado fenómeno, problema o cuestión de la vida práctica. Los contenidos se presentan vertebrados en torno a esos problemas naturales y prácticos. Los temas y/o problemas pueden ser pasados, presentes y hasta futuros. Implica presentar el estado de una situación y la necesidad de imaginar, desarrollar, explicar y/o analizar diferentes consecuencias que ella podría tener en el ámbito al que refiere: disciplinar, social, etc.

Sobre los problemas “socio-científicos”

Si partimos de considerar a la problematización como una manera de desnaturalizar lo que ocurre, será necesario abordar problemas abiertos⁶ que faciliten el tratamiento de contenidos situados desde la acción crítica y reflexiva de las y los estudiantes. Los problemas “socio-científicos” se caracterizan por carecer de una solución inmediata o posible en el plano individual, por lo que se vuelve fundamental el recorrido que promueven y no tanto el fin en sí mismo. En este sentido,

plantear la ciencia escolar a partir de problemas socio-científicos constituye una oportunidad para generar contextos de aprendizaje estimulantes del pensamiento crítico, que permitan que los estudiantes se conecten con los problemas y controversias sociales y con cuestiones científicas relevantes bajo la multiplicidad de perspectivas (sociales, económicas, políticas, culturales, éticas y valorativas entre otras) y que además los empoderan generando opiniones independientes y fundamentadas y una manera propia de pensar. (Lapasta, 2019: 3)

⁶ Un “problema abierto” refiere a un planteamiento o una construcción de alguna situación o problemática de abordaje que no tiene una única solución/desenlace/camino de resolución, sino que habilita diferentes aristas y dimensiones que pueden ponerse en juego para resolverlo. Dependerá del contexto, del grupo de estudiantes y de la propuesta metodológica elaborada en la construcción didáctica de cada docente el rumbo que tomará.

En la actualidad, nos rodean diversos temas relevantes que están en el centro de las preocupaciones sociales y problemáticas emergentes de una determinada época, cultura o contexto. Dichos temas requieren de un abordaje integral e integrado, precisan del aporte conceptual y de prácticas de los distintos espacios curriculares. Abordarlos en la escuela moviliza la construcción de saberes complejos. Al respecto, King (2012) propone que abordar problemas relevantes “consiste en aplicar la ciencia a una situación del mundo real que se usa como estructura central para la enseñanza” (Marchán y Sanmartí, 2015: 268).

En esta oportunidad, proponemos la exploración y abordaje indagatorio del agua como recurso hídrico en escasez en la provincia de Córdoba.

La perspectiva proyectual



El aprendizaje basado en proyectos curriculares que integran saberes asume desafíos pedagógicos didácticos que produzcan formas de enseñanza sostenidas desde el trabajo colaborativo entre docentes articulando diferentes asignaturas. En este sentido, como venimos sosteniendo, el principal convite es tramitar modos de relación con los saberes curriculares que vayan más allá de las fronteras de cada disciplina, combinando, en el proceso de transmisión, cuestiones epistémicas y/o metodológicas comunes con aspectos singulares de cada espacio curricular, sin perder de vista un horizonte formativo compartido.

Detenerse en definir cuál va a ser el proyecto, qué espacios curriculares participarán, cómo articular lo común y lo específico en relación a los contenidos previstos en los diseños curriculares implica un proceso específicamente pedagógico de discusión, de escucha atenta y permeable para viabilizar ideas, propuestas compartidas, debates, en conclusión, demanda un tiempo de trabajo dedicado a ello.

La transmisión de saberes desde la perspectiva proyectual implica un compromiso con la producción de transformaciones en el trabajo de enseñar, ya que el equipo docente se embarca en un trabajo entre diferentes tipos de actores que se involucran con el proyecto abriéndose, así, a desafíos propios de las posiciones institucionales que cada una o uno ocupa.

Se trata de un trabajo entre diferentes espacios curriculares, propuestas integradas que articulan puntos de partida en el marco de una problemática que desata otros modos de organizar la transmisión de saberes al interior de la escuela: por ejemplo, las y los estudiantes protagonizan el proceso de aprendizaje construyendo o reconstruyendo su lugar en la transmisión, se promueven maneras alternativas de identificación con las asignaturas a partir de la recuperación de sus intereses y del diálogo con los saberes curriculares haciendo visible su implicación con el proceso en la toma de decisiones. Ellas y ellos son convocadas y convocados para construir, desde un lugar de participación y toma de decisiones, una relación y formas de trabajo con el saber junto con otras y otros estudiantes, dando lugar

a una organización de los agrupamientos que comienzan a flexibilizarse⁷. Podemos decir, entonces, que el trabajo con proyectos abre posibilidades de ampliación de su autonomía como protagonistas centrales.

Si bien un proyecto curricular de integración de saberes de distintas disciplinas o áreas puede presentar múltiples formatos de organización, compartimos un modelo posible:

Título del proyecto Espacios curriculares participantes Destinatarios y destinatarias	
Origen y fundamentación	¿Por qué se quiere hacer?
Pregunta	¿Qué se quiere hacer? Naturaleza del proyecto
Objetivos	¿Para qué se quiere hacer?
Articulación curricular del proyecto	¿Qué contenidos y saberes se pondrán en juego?
Actividades, tareas, métodos	¿Cómo se va a hacer?
Calendarización, cronograma	¿Cuándo se va a hacer? ¿Quiénes lo van a llevar adelante? ¿Qué se espera de cada etapa?
Materiales, recursos	¿Con quién se va a hacer?

Según Sanmartí (2017), la organización de este tipo de propuestas se origina a propósito del estudio de alguna situación o problema contextualizado; se indaga para responder preguntas, dudas iniciales o interrogantes que van surgiendo a lo largo de la realización del proyecto. Mediante su desarrollo, se aprenden –a partir del contexto y en respuesta a preguntas– conocimientos claves y transferibles a la interpretación y actuación en otros contextos; se incluyen contenidos y evaluaciones auténticas, con objetivos didácticos específicos; se da a las y los estudiantes la oportunidad de trabajar con autonomía, en este sentido, cada docente facilita, pero no dirige. Se trabaja en grupos heterogéneos y se promueve el aprendizaje cooperativo y la reflexión, y finaliza con alguna acción en el entorno que planifican las y los estudiantes.

En este apartado planteamos algunas orientaciones didácticas para avanzar en una propuesta que invite a mover el engranaje de una actitud transformadora junto a las y los estudiantes. Abordaremos tres subtemas (precipitación horizontal, cobertura vegetal de un suelo y energía potencial y cinética) que complementan y enriquecen las explicaciones y reflexiones respecto a la problemática que los nuclea: la escasez del agua. En función de la realidad compleja que el recorte de la temática demanda, interesa promover acciones que busquen “transformar, colaborar, cambiar”, al menos, comprometerse con esa problemática.

⁷ Es importante advertir que también existen otros modos de trabajo en el aula que promueven grados de autonomía creciente en las prácticas de apropiación de saberes por parte de las y los estudiantes, no solo la perspectiva proyectual.



Decimos “transformadora” en tanto nos proponemos que las y los docentes acompañen a las y los estudiantes a diseñar e implementar propuestas concretas con un impacto sociocomunitario que gire en torno a la problemática delimitada (la escasez del agua), recuperando los aspectos locales que visibilizarán durante el abordaje del recorrido. Para ello, la perspectiva proyectual otorga numerosas herramientas.

Como señalan Sanmartí y otros, en los últimos tiempos se vienen gestando propuestas de enseñanza que buscan construir situaciones de aprendizaje basadas en la realización de proyectos. Los mismos autores señalan que,

[en] el campo de la enseñanza de las ciencias, esta metodología conecta con líneas de investigación como las de “Ciencia-Tecnología-Sociedad”, “Ciencia en contexto”, “Temas socio-científicos (SSI)”, “Educación ambiental” (y en general, en relación a las llamadas temáticas transversales), “Aprendizaje por indagación”, “Aprendizaje basado en la modelización”, “Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemática (STEM)”, entre otras. (2017: 4).

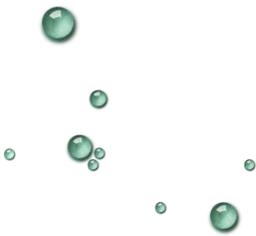
En este sentido, destacamos que el abordaje de los subtemas presentados recupera los principios de la [Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación](#) y ofrece un contexto propicio para sentar las bases y consensuar diferentes actividades pensando en la realización de dicho proyecto.

Es importante tener en claro algunas cuestiones centrales a la hora de delimitar y abordar cada una de las etapas de construcción de un proyecto, sabemos que no es este un camino fijo y hermético, sino que acoge la flexibilidad necesaria para adaptarse y resignificarse a medida que se avanza por el mismo, pudiendo entrar en diálogo con diferentes sucesos que se dan antes o después en el tiempo cronológico. Esta flexibilidad se da en el “durante” de la construcción, del diseño del proyecto y también (y sobre todo) al momento de la puesta en escena de las actividades. De este modo, junto a las y los estudiantes, se podrá ordenar el trabajo, distribuir tareas, optimizar tiempos e interacciones, gestionar recursos y otorgar secuencialidad a las acciones desarrolladas.

Delimitación del contexto y construcción de la pregunta/problema

Sugerimos tomar el recorrido didáctico propuesto por los subtemas como contexto de demarcación del problema del cual se ocupará el proyecto en cuestión. Esto quiere decir que es posible capitalizar todas aquellas reflexiones y preguntas que hayan surgido, a través del desarrollo de los ciclos de indagación, para ser puestas en juego a la hora de definir una problemática local que pueda ser trabajada en relación a su propio contexto y situación.

Las preguntas investigables que orientan la propuesta transformadora se relacionan con ideas claves que serán útiles para comprender y explicar diferentes fenómenos que intervienen en la problemática abordada. Hemos discutido, en otros materiales, el carácter que deben tener las [preguntas investigables](#). Debemos considerar *a priori* la diferencia entre información y conocimiento, contemplando que si planteamos preguntas del tipo ¿qué?, ¿cómo? y ¿dónde?, las y los estudiantes solo requerirán la búsqueda de información para su resolución. Si orientamos las preguntas a reconocer estructuras y patrones tales como ¿qué tienen en común?, ¿qué diferencia existe entre...?, ¿cómo se explican esas



diferencias?, ¿cuáles son las causas y consecuencias de...?, ¿qué se mantiene constante y qué no cambia?, ¿de qué depende ese cambio?, ¿qué pasaría si...?, ¿qué factores limitantes o favorecedores de cambios? y ¿qué consecuencias conlleva?, movilizaremos la construcción de conocimiento e invitaremos a indagar (Sanmartí y otros, 2017).

La forma que tome la delimitación del problema será diferente según se trate de estudiantes de nivel primario o secundario, según cómo se vaya propiciando la construcción de la autonomía en cada grupo-clase, según la forma que vaya tomando la construcción del oficio de estudiante—que, ya sabemos, se trata de un constructo dinámico que relaciona y tensiona demandas escolares y aprendizajes del oficio—. Por tanto, en algunos casos se podrá diferenciar e identificar, junto a las y los estudiantes, aquellos aspectos locales que atraviesan la problemática de la escasez del agua y sentar las bases para que sean ellas mismas y ellos mismas, con la guía docente, quienes diseñen e implementen el proyecto; en otros casos, será la o el docente quien deba incorporar, a través de actividades, algunas nociones respecto al territorio o el lugar en relación al agua y su escasez.

Siempre es interesante realizar un diagrama que sistematice el recorrido realizado y los principales emergentes del mismo en cada etapa, pudiendo visibilizar de un solo paneo aquellas cuestiones que han quedado abiertas, pendientes o que otorgan pistas para comenzar a pensar preguntas y planteos investigables a través del proyecto.

Análisis de conocimientos previos y necesidades

Proponemos trabajar fundamentalmente en la construcción del punto de partida, recuperando las ideas previas y las concepciones que el grupo-clase maneje respecto al problema planteado. Si tenemos el mapa o diagrama que muestra el recorrido didáctico con los interrogantes y emergentes principales, podemos seguir utilizando esta herramienta para volcar allí las ideas de partida y sus relaciones. Es de esperar que haya muchas ideas que no salgan a la luz de forma espontánea. Será pertinente, entonces, planificar instancias de clase concretas que apunten a construir y visibilizar estas ideas. No basta con preguntar “¿qué saben de tal tópico?”, sino trabajarlo como un contenido en sí mismo y planificar actividades que aborden su construcción y comunicación. Algunos recursos interesantes pueden ser noticias de medios locales, entrevistas acerca del tema a vecinas y vecinos que hayan pasado mucho tiempo en el lugar, encuentros de saberes con personas ajenas a la escuela (bomberos y bomberas, médicas y médicos, guardaparques, etc.), revisión de proyectos llevados a cabo por colegas docentes, entre otros.

Planificación, diseño y organización

Para la construcción del proyecto, es preciso realizar un trabajo de organización desde lo temporal y pautar con las y los estudiantes un cronograma de trabajo que incorpore metas precisas y tiempos concretos. Será esperable proyectar de qué forma se abordará el problema/pregunta planteado y avanzar en el diseño de actividades que delimiten el trabajo. Se espera la construcción de un producto

que, de alguna manera, ayude a la solución del problema y/o la indagación respecto a una pregunta mediada por la experimentación.

Todas las instancias del proyecto están atravesadas por la investigación escolar y la búsqueda de información. Sin embargo, es importante delimitar momentos precisos en los que se incorporará información externa y modos específicos en los que se gestionará este momento. La incorporación de información no necesariamente debe ser una búsqueda en Internet, puede ser mediante consultas a actores por fuera de la escuela, expertas y expertos, vecinas y vecinos, búsqueda bibliográfica, etc. Es necesario dejar sentado en el cronograma de trabajo qué momentos y de qué forma se gestionará la incorporación de información y con qué objetivos.

Implementación del proyecto

Nos proponemos llevar a cabo las actividades atendiendo al orden y a la división de tareas pautados al interior del grupo-clase. Sugerimos realizar cierres parciales en los que se vaya recapitulando lo trabajado, lo planificado y lo pendiente en función de herramientas organizadoras que pueden ser, por ejemplo, mapas conceptuales, el recorrido fijado de forma explícita y concisa, etc. A medida que vamos avanzando en el armado y la implementación del proyecto, se espera que las y los estudiantes tomen conciencia de lo que se ha hecho y lo que falta por hacer, objetivando reflexiones y tensiones que surgen a lo largo del recorrido.

Durante el avance del proyecto, es importante detenernos en una reflexión con ellas y ellos que permita entrar en diálogo con los emergentes de modo tal que sea posible “volver sobre nuestros pasos” para recuperar algo nuevo o modificar algo a futuro en función de lo conversado hoy.

Socialización de la experiencia de trabajo por proyectos

Más allá del carácter que tenga el proyecto construido, ya sea una indagación mediada por experimentación, la construcción de un producto novedoso, la investigación rigurosa respecto a un tema, la elaboración de una intervención social en el territorio, entre otros, es fundamental diseñar y construir una instancia de comunicación sobre lo estudiado que aporte a la dimensión socio-comunitaria, socializando con otras y otros el trabajo consolidado y poniendo a disposición la sistematización de información, evidencias, reflexiones y discusiones.

Este producto comunicable pone en juego varias competencias, tales como argumentar, comunicar, dialogar, hipotetizar, etc., las cuales consolidan la naturaleza de las ciencias, ya que, al ser trabajadas como objeto de enseñanza y aprendizaje en sí mismas, permiten correrse de su concepción más tradicional como un anexo o fase final del proyecto.

Un posible recorte temático: el agua, escaso y delicado recurso natural de la provincia de Córdoba

¿Por qué elegimos el agua?

El agua es, sin duda, uno de los componentes de la naturaleza y de nuestra vida cotidiana más conocido y usado por las personas y los seres vivos en general. Tal es así que abrimos la canilla de nuestras casas y sale agua; y agua cae del cielo durante las lluvias; y los astrónomos buscan evidencia de agua en estado líquido en planetas lejanos como primer requisito para la posibilidad de formas de vida extraterrestre. Usamos el agua para navegar, transportar alimentos, enfriar motores, calentar casas y bañarnos. El agua es, por tanto, un recurso que debemos aprender y enseñar a valorar y cuidar. Por su importancia y escasez, se convierte también en un espacio de lucha, de disputa y de tensión porque no se logra legitimar su carácter de derecho universal.

Las y los estudiantes, como protagonistas de sus vivencias, amplían la conciencia de sí en su encuentro con el ambiente. Actuando en él, experimentan posibilidades y limitaciones y, de esta manera, acceden a diversas formas de pensamiento, acción, comunicación y valoración. Siendo el agua un recurso que atraviesa la vida cotidiana de todas y todos es que representa un espacio de construcción de saberes que puede ser interesante para abordar, desde distintos contenidos de las Ciencias Naturales, en los diferentes espacios curriculares y niveles de escolarización.

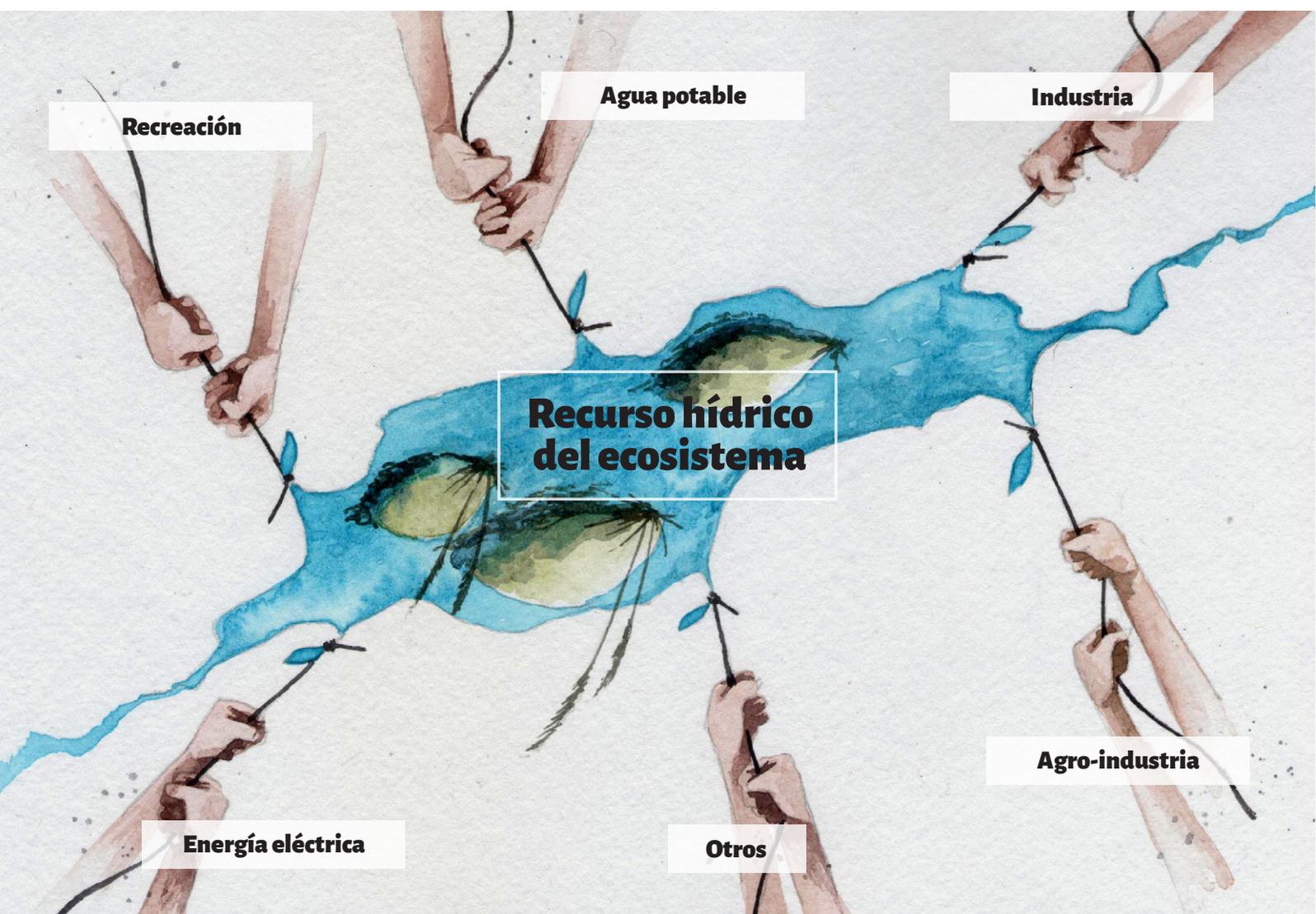
La letra de la canción de Serrat que elegimos al inicio nos ofrece algunas pistas y refleja, en su expresión poética, la importancia del agua para la vida humana. La recuperamos:

Si el hombre es un gesto, el agua es la historia.
Si el hombre es un sueño, el agua es el rumbo.
Si el hombre es un pueblo, el agua es el mundo.
Si el hombre es recuerdo, el agua es memoria.
Si el hombre está vivo, el agua es la vida.
Si el hombre la pisa, el agua salpica.
Cuídala, como cuida ella de ti.

En la actualidad, la disponibilidad y la calidad de este recurso se ven afectados por diversos factores como la contaminación, la deforestación, el derroche, el calentamiento global, entre otros. Lamentablemente, estos son de creciente relevancia en nuestros días y en nuestro territorio.

Córdoba, como provincia mediterránea, de clima templado y seco, con sus fuertes precipitaciones en verano y largas sequías en invierno, está en una constante crisis hídrica. Esta situación se ha visto agravada en las últimas décadas por una drástica disminución de su cobertura vegetal autóctona, un aumento en el uso de agua (por diversas actividades humanas) y el incremento de eventos meteorológicos extremos a causa del cambio climático global.

¿Qué sectores y usos demandan este recurso hídrico del ecosistema?



Entendemos, entonces, que una mirada problematizadora del agua como recurso natural, escaso y delicado, particularmente situado en el territorio provincial, tiene la suficiente relevancia como temática sociopolítica para convertirse en el eje organizador del presente material y de las propuestas aquí contenidas. Esta publicación presenta la problemática de “la escasez del agua como recurso hídrico del ecosistema” entendiéndolo como un vehículo que permite abordar distintos contenidos del Diseño Curricular Jurisdiccional y retomando la integración de saberes como enfoque y desafío en la escuela.

El material da cuenta de diferentes tipos de integración de saberes como estrategia didáctica. Es la o el docente, en función de la propuesta de enseñanza que diseñará, quien decide cuál de estos criterios de integración prioriza para su abordaje. A continuación, los presentamos:

- ▶ Un tipo de integración que propone desarrollos al interior mismo del espacio curricular de Ciencias Naturales, ofreciendo orientaciones para que las y los docentes puedan presentar contenidos de los diferentes ejes que constituyen los saberes a enseñar dentro de esta área.
- ▶ Un tipo de integración horizontal que presenta relaciones entre contenidos de Ciencias Naturales con otros espacios curriculares dentro de un mismo ciclo. Se orienta, así, el trabajo colectivo entre docentes de un mismo año. Por ejemplo, lo que en el material encontrarán con el nombre de “Ventanas a otros espacios curriculares”.
- ▶ Un tipo de integración vertical que supone la secuenciación y profundización de los contenidos que se desarrollan en el abordaje de esta problemática en el Nivel Primario y que pueden dar una continuidad en el pasaje y articulación en este Ciclo Básico del Nivel Secundario desde los espacios curriculares de Física, Biología y Química. Estos tipos de integración tienen la particularidad de promover y potenciar el trabajo con otros espacios curriculares y entre docentes.



¡Que comience el recorrido!

Para comenzar a abordar el problema del recurso hídrico en el aula, sugerimos a continuación algunas estrategias y recursos con el propósito de instalar el debate desde una mirada crítica, concientizar sobre sus dimensiones y reconocer los principales actores que intervienen y así poder comprender su complejidad.

► Lectura y análisis del poema “[Coplas al agua](#)”, de Juan Quintero.

Este recurso literario es una excelente puerta de entrada para reconocer todas las formas que adopta este omnipresente recurso natural con las y los estudiantes. Luego de su lectura, podemos pedirles que describan cuáles son los estados del agua que aparecen en la narrativa. ¿En dónde se encuentran en el ambiente? También podemos preguntarles: en su ciudad/pueblo, ¿en dónde y cómo encuentran el agua?

Coplas al agua (Juan Quintero)

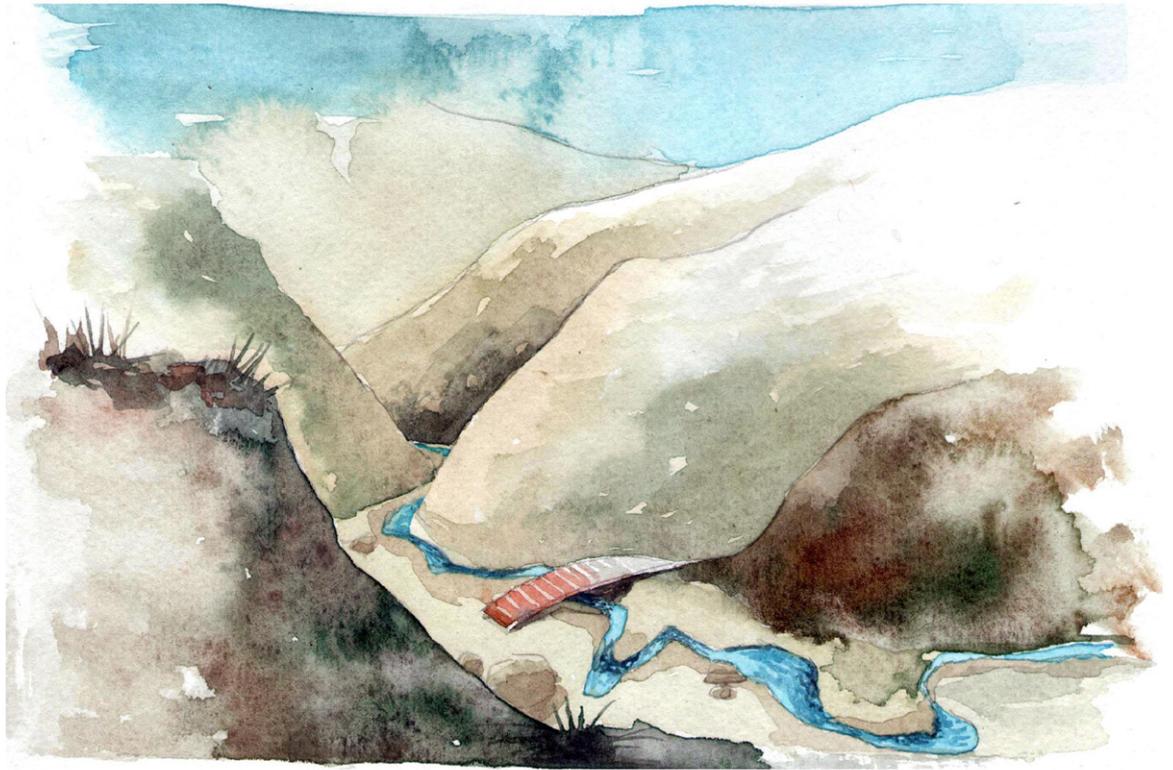
Agüita de río manso,
fresca y clarita
libre como venís
no han de acorralarte mis
manos
siempre andarás en mí,
siempre andarás.

Agüita de niebla densa,
tapa el camino
y no se puede seguir
solo queda verse a uno mismo
siempre andarás en mí,
siempre andarás.

Agüita que hay en mis ojos,
lago profundo
que no querés salir
y que rebalsas de nostalgia
siempre andarás en mí,
siempre andarás.

Agüita que hay en el cielo,
que con los vientos
te has alejao' de aquí
queda su regalo en mi suelo
siempre andarás en mí,
siempre andarás.





► **Lectura y análisis de un informe elaborado por la Coordinadora Ambiental de las Sierras Chicas a propósito de la “2^{da} Cruzada de las Sierras Chicas por la soberanía del agua y la tierra”.**

El material destaca, de manera sintética y gráfica, los diferentes conflictos que amenazan la disposición y calidad del recurso hídrico en las Sierras Chicas de Córdoba. Para guiar su análisis, podemos usar algunas de estas preguntas: ¿qué tienen en común algunos de los conflictos detallados?; ¿algunos conflictos se asemejan a preocupaciones con el agua cerca de donde vivís?; el informe tiene más de siete años, ¿conocés el “desenlace” de alguno de estos conflictos o en qué estado se encuentra la situación problemática que se menciona?

► **Observación del cortometraje *La abuela grillo*, que aborda al recurso hídrico como temática de disputa entre los pueblos y las lógicas mercantistas.**

Al mirarlo, es interesante preguntarles a las y los estudiantes por sus sentires, pensamientos, emociones, etc. Por ejemplo: ¿algo de lo que viste en el video te genera bronca, rechazo o enojo?, ¿qué pensás que representa “la abuelita” con su canto?, ¿te imaginás en qué lugar del mundo sucede la historia?, ¿en qué época?, ¿por qué se dice que el agua es un derecho?



Estas reflexiones sobre la problemática que nos convoca tienen por objetivo mostrar algunos de los aspectos que hacen del agua un recurso natural tan especial y muestran cómo entran en conflicto, en la actualidad, varios sectores de la población. Las propuestas para generar este espacio de reflexión son solo algunas de las tantas posibles. Idealmente, las y los docentes estarán atentas y atentos a problemáticas cercanas al ámbito de la escuela, o a sugerencias que sus estudiantes traigan para discutir.

Abrimos paso, entonces, al recorrido didáctico integrador para el Ciclo Básico del Nivel Secundario. Allí abordaremos tres subtemas —el agua, un recurso con propiedades particulares; generación y consumo de energía eléctrica; y eutrofización de lagos—, que se imbrican entre sí para abordar la complejidad de la temática seleccionada.

Para el Ciclo Básico de la Educación Secundaria, el desarrollo sobre el que se avanza a continuación presenta un recorrido didáctico en clave de integración de saberes al interior del área de Ciencias Naturales. La escasez del recurso hídrico en la provincia de Córdoba aparece en esta publicación como la problemática estructurante que será abordada desde diferentes espacios curriculares, al mismo tiempo que operará como temática organizadora del recorrido que queremos compartirles. Por tanto, trabajaremos con contenidos de Química, Física y Biología, que son abordados a partir de los siguientes tres subtemas:

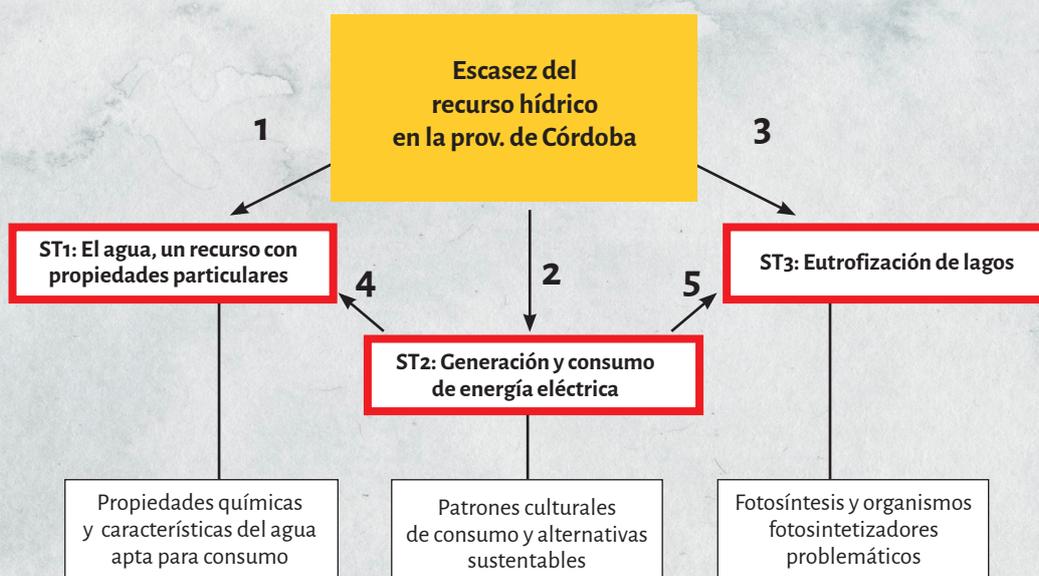
► En el **subtema 1 “El agua, un recurso con propiedades particulares”**, ahondaremos sobre las propiedades químicas del agua y las características que hacen de esta un recurso susceptible de ser consumido, discutiendo y problematizando las condiciones que debe tener el mismo para encontrarse disponible, más allá de su accesibilidad.

► En el **subtema 2 “Generación y consumo de energía eléctrica”**, profundizaremos el estudio en torno a la generación de energía eléctrica basada en el movimiento del agua, incorporando elementos que permitirán construir explicaciones respecto a la crisis y transición energética en el marco de una problemática de la provincia de Córdoba que recupera la escasez del agua como factor común.

► Por último, desarrollaremos el **subtema 3 “Eutrofización de lagos”**, en el que investigaremos una problemática cuya raíz es esencialmente de índole biológica y que afecta a los cuerpos de agua dulce de nuestra provincia. Ello contribuirá a comprender los procesos biológicos que subyacen a la contaminación por cianobacterias de los lagos y los posibles factores que agudizan o revierten este problema, indicando pautas claves de intervención para su solución.

En el siguiente mapa conceptual, podemos observar las principales nociones que se movilizan al poner en juego el recorrido propuesto y sus interrelaciones:

Mapa conceptual sobre la relación entre los subtemas del recorrido sugerido para la Educación Secundaria con la problemática de la escasez del recurso hídrico en la provincia de Córdoba



Referencias

- 1: El agua, aun siendo accesible, puede permanecer no-disponible para el consumo humano debido a la alteración de sus propiedades químicas y características.
- 2: El agua como recurso base en la generación de energía en la provincia de Córdoba nos habla de su aprovechamiento y consumo para tal fin, y de su relación con la crisis hídrica y ambiental.
- 3: El proceso de eutrofización en cuerpos de agua lénticos impide el aprovechamiento del recurso desde sus dimensiones recreativas y lúdicas, imponiendo otra dimensión más de la escasez del agua en el territorio provincial.
- 4: Los patrones de consumo de energía y la utilización del agua como sustrato en la generación de la misma muchas veces alteran y modifican la disponibilidad del recurso aun en condiciones de accesibilidad.
- 5: La eutrofización como proceso biológico encuentra su cauce en cuerpos de agua sin movimiento, los mismos que se generan y construyen para aprovechar este recurso en la generación de energía.

➔ Subtema 1:

El agua, un recurso con propiedades particulares

► **Espacio curricular:** Química.

► **Contenidos:** Propiedades químicas del agua. Propiedades organolépticas ideales. Características del agua apta para consumo. Parámetros de calidad del agua. El pH. Significado químico. El pH como indicador de calidad en el agua. Métodos de detección de pH. Escala de pH. Sustancias ácidas y básicas. Indicadores de pH. Soluciones. Características de las soluciones en función de pH: soluciones ácidas, alcalinas y neutras.

► **Propósito:** El abordaje de este ciclo nos permitirá trabajar con las y los estudiantes la importancia de aquellas propiedades químicas que hacen del agua un recurso único. Dichas propiedades también son utilizadas para indicar si el agua es apta para consumo humano, pudiendo discutir un aspecto clave de la escasez del agua relacionado con los modos en que dicho recurso puede permanecer inaccesible para el consumo o uso humano aun estando “disponible” para las personas. En este caso, problematizamos el consumo de agua en Córdoba teniendo en cuenta las características que debe cumplir para alcanzar los estándares de calidad y normalidad, analizando e investigando de qué forma puede verse alterada y qué indican dichas alteraciones respecto a su composición.



El ciclo de indagación que presentamos recupera al agua como recurso vital que ha dado sustento a numerosas poblaciones a lo largo y ancho del planeta. Problematizaremos los modos en que se hace presente en diferentes lugares y si es apta o no para su consumo, pudiendo identificar aquellos factores, conductas y circunstancias que alteran la calidad del agua que consumimos. Haremos foco fundamentalmente en las propiedades químicas de este líquido tan fascinante, estudiando los parámetros construidos en base a estas propiedades y sus valores de referencia. Daremos cuenta de cómo algunos de los procesos de alteración de dichas propiedades abonan también la problemática de la escasez del agua.

Comenzaremos el ciclo de indagación abordando el primer momento que denominamos “observación”. Allí podremos reflexionar con las y los estudiantes sobre las características del agua que consumen a diario. Para ello, una opción es tomar como recurso didáctico algunas noticias periodísticas que dan cuenta del estado en el que sale el agua de las canillas en algunas épocas del año. A partir de su lectura, comenzaremos a construir la observación del fenómeno sobre el cual indagaremos.

Por ejemplo, si observamos la siguiente noticia:

"Ambientalistas se preguntan por la calidad del agua en la provincia de Córdoba: ¿es potable?", Canal 10. (29 de julio de 2019). [Video]. YouTube.

Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=FmPudSlb-K4&t=1s>

Se les puede preguntar a las y los estudiantes si conocen sobre la problemática, ¿cómo luce el agua que sale de sus canillas?, ¿qué características tiene?, ¿cómo la describirían?, ¿cómo piensan que debería ser para calificar como “saludable” o “apta para consumo humano”? También es una buena oportunidad para trabajar aquellos términos específicos que señala el biólogo entrevistado.

Otro posible recorrido de actividades, en función del contenido a trabajar, podría partir de comentar y discutir algunas de las propiedades del agua que la hacen una sustancia “única”. Si pensamos en las particularidades del agua como sustancia, encontraremos que muchas de ellas tienen su fundamento en la química. El modo en el que los átomos de hidrógeno se unen a los de oxígeno para formar la molécula de agua representa un tipo de enlace particular que dota al agua de un gran calor específico, condicionando su punto de fusión y ebullición de modo tal que sea la única sustancia que se puede encontrar en los tres estados de la materia de forma natural en la Tierra. Además, es el medio donde se disuelven casi todas las sustancias y se producen muchas reacciones químicas, debido a su polaridad y su conductividad eléctrica, fundamentales para el metabolismo de los seres vivos.

Para seguir profundizando en torno al contenido, proponemos indagar sobre la resolución vigente que regula las “Normas Provinciales de Calidad y Control de Aguas Para Bebida de Córdoba” a través de preguntas tales como: ¿qué parámetros se establecen para determinar que el agua es apta para ser bebida?, ¿cuáles de esos parámetros se relacionan con las propiedades químicas?, ¿cómo creen que se modificarían dichos parámetros en función de....? (se pueden ir creando situaciones hipotéticas de acuerdo a lo trabajado, pensar en cambios ambientales, vertido de basuras, fertilización de cultivos aledaños a cuerpos de agua, lluvias intensas, incendios, etc.). Podemos enriquecer este recorrido ape-

lando a la utilización y análisis de la página de Aguas Cordobesas, que brinda información relevante y actualizada respecto a los parámetros y estándares de calidad del agua en nuestra provincia, a través de la cual, a su vez, se puede acceder a un informe de calidad del agua de diferentes localidades y barrios de la ciudad⁸.

<p>Recurso “Normas Provinciales de Calidad y Control de Aguas Para Bebida de Córdoba”, disponible en: https://boletinoficial.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2016/08/1_Secc_10082016.pdf</p>	<p>Sitio web de Aguas Cordobesas, disponible en: https://www.aguascordobesas.com.ar/CalidadDelAgua</p>
---	--

A continuación, presentamos una serie de recursos en línea que pueden ser utilizados tanto por docentes al momento de elaborar las actividades o directamente para ser puestos en juego en el aula con sus estudiantes para profundizar en las características y propiedades del agua:

- ▶ Propiedades del agua: <http://www.ehu.es/biomoleculas/agua/agua.htm>
- ▶ Propiedades físico-químicas del agua: <https://www.um.es/molecula/saleso2.htm>
- ▶ Características del agua potable: <https://www.fundacionaquae.org/caracteristicas-agua-potable/> y <https://www.caracteristicas.co/agua-potable/>
- ▶ Camacho, N (2011). “Tratamiento del agua para consumo humano”. Ingeniería Industrial . Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, N° 29, pp.153-170. https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/232

A través de estos recursos y de posibles investigaciones bibliográficas accesorias (en función del grupo y del abordaje planteado), identificamos qué características debe tener el agua para consumo humano. Luego las registramos en una lista y nos preguntamos: ¿cómo podríamos comprobar que una muestra de agua las cumple?

Características	Cómo comprobarla
Sabor	La probamos. La comparamos con otros líquidos.
Olor	La olemos. La comparamos con otros líquidos.
Color	La observamos a ojo desnudo. La comparamos con otros líquidos.
pH	¿Qué sucede con esta propiedad? Nos ofrece una dificultad, un desafío: ¿cómo es posible comprobarlo?

Haremos hincapié en el pH como indicador y parámetro de la calidad del agua.

⁸ Esta secuencia de actividades está estructurada en función del contenido y la profundización secuencial que se hace en torno a él. Cada docente puede elegir qué actividad va primero o después (es una secuencia abierta a modificaciones), pero debe quedar claro que no son opciones, sino una propuesta de actividades construidas secuencialmente en función del contenido a trabajar.

Es fundamental que, en esta instancia, se recupere y construya en el aula el contenido específico respecto al pH sin perder de vista el marco general de la propuesta, que implica relacionar el pH con la calidad del agua que consumimos. Además, debemos tener en cuenta que este es un concepto por demás abstracto, por lo que es muy importante prestar atención a incorporarlo a través de ejemplos concretos. Sugerimos construir situaciones de enseñanza en las que se pueda identificar en qué fenómenos naturales de la vida cotidiana está presente el pH. Es por ello que compartimos, a continuación, algunas páginas web y recursos interesantes que pueden discutirse con las y los estudiantes para comprender mejor de qué hablamos cuando hablamos de pH:

- ▶ Loné, P. (28 de septiembre de 2016). Indicadores de calidad de agua. <https://www.iagua.es/blogs/pedro-pablo-lone/indicadores-calidad-agua>
- ▶ García Bello, D. (28 de noviembre de 2019). ¿Qué es el pH? <https://culturacientifica.com/2019/11/28/que-es-el-ph/>
- ▶ PH en la vida cotidiana (1 de noviembre de 2015). <http://phenlavidia.blogspot.com/>
- ▶ El pH en la vida cotidiana (9 de noviembre de 2020). [Video]. YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=FzEEdXfPpwo>
- ▶ Cátedra de Cultura Científica de la UPV/EHU (29 de abril de 2015). Ciencia express: ácidos y bases [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=Je_bqGZX4D4

Para profundizar más en relación al pH como característica e indicador de la calidad del agua, dejamos algunos recursos para docentes disponibles aquí:

- ▶ Zamora, J. (2019). “Parámetros físicos-químicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable”. En *Pensamiento Actual*, Vol. 9, pp. 125-134. Costa Rica. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5897932>
- ▶ Spinelli, M. (s. f.). PH. <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/pH.htm>

Para su abordaje, es necesario indagar sobre qué rango de pH se considera apto para consumo humano. Además, debemos tener en cuenta que estamos planteando una característica imposible de comprobar a simple vista. Por lo tanto, serán las y los estudiantes, en el marco del desarrollo didáctico de las actividades propuestas, quienes diseñen un método para verificar si una/s determinada/s muestra/s de agua posee/n pH aceptable o bien serán sus docentes quienes les compartamos una lista de materiales y cómo combinarlos, es decir, los pasos de la experiencia, para facilitar el proceso de indagación.

El diseño de la indagación sobre cómo verificar el pH de una muestra puede realizarse con materiales caseros y se basa en construir el protocolo de fabricación del indicador, teniendo en cuenta los modos de detectar iones de hidrógeno, reacciones químicas ácido-base, etc.

En el marco de la experimentación concreta, una opción muy sencilla y que da buenos resultados es fabricar un indicador de pH con extracto de repollo colorado y comparar diversos líquidos, cuyas características se sepan (si es ácido, básico, etc.), para evaluar qué nos revela el color del agua: es importante hacer hincapié en la comparación, ya que el indicador por sí en el agua no indica demasiado. Para saber qué pH aproximado tienen las sustancias con las que se compara el agua, podemos apelar a los sentidos, al conocimiento previo o a la investigación bibliográfica.



Para ahondar en los fundamentos químicos y detalles de la experiencia propuesta, algunos recursos disponibles aquí:

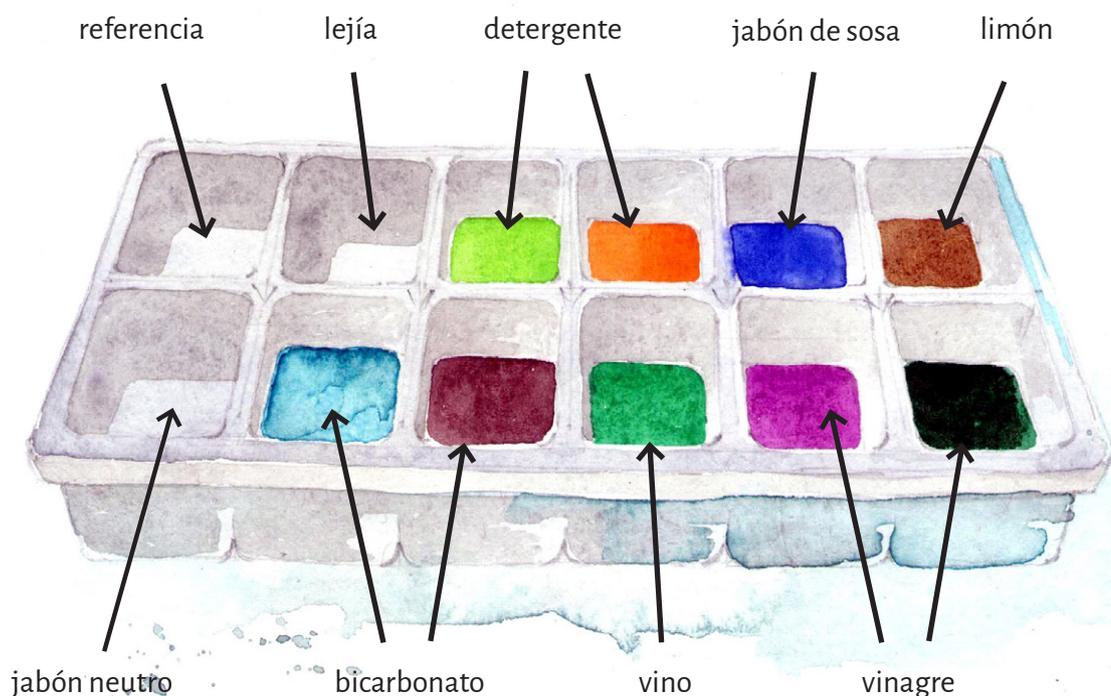
- ▶ Saig, A. (8 de abril de 2020). *El repollo mágico que cambia de color (indicador de PH)*. Davidson Institute. <https://davidson.weizmann.ac.il/es/online/scienceathome/el-repollo-m%C3%A1gico-que-cambia-de-color-indicador-de-ph>
- ▶ Science Magic. (23 de febrero de 2009). *Experimento: Indicador de repollo morado*. <http://cosasdequimicos.blogspot.com/2009/02/experimento-indicador-de-repollo-morado.html>
- ▶ Heredia Ávalos, S. (2006). "Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros". En *Revista Eureka*, vol. 3, pp. 89-103. España. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92030108.pdf>

Preparamos el extracto de repollo colorado (su líquido de cocción) y lo distribuimos en una bandeja de cubos de hielo o sobre distintos recipientes sobre los que ensayamos diferentes sustancias. Podemos pedir a las y los estudiantes que anoten los cambios y que ordenen las sustancias en función de su pH según los colores observados. También podemos comprobar que las reacciones ácido-base son reversibles (por ejemplo, si en el pocillo donde se colocó vinagre ponemos bicarbonato, veremos que cambia de color). Comparamos diferentes muestras de agua tomadas en diferentes condiciones y reflexionamos acerca de cómo varía su pH en función de cada condición y cómo impacta eso en el consumo de la misma (se le puede agregar tierra o ceniza, recrear factores ambientales cambiantes, químicos, etc.). Se puede hipotetizar acerca de cómo variará el pH de una muestra al agregarle diferentes sustancias, por ejemplo, "si le agregamos lavandina revelará un pH más alto, siendo el agua más alcalina"; pediremos a las y los estudiantes que formalicen y escriban estas hipótesis y contrasten sus observaciones con los resultados que vayan obteniendo. Además, es interesante reflexionar en torno a qué implica la basicidad o acidez excesiva del agua que se consume, ¿cuáles son los efectos en el organismo?, ¿cuáles en las plantas?, ¿cuáles en los animales?

Si contamos con tiritas de reactivos indicadores de pH, podemos luego comprobar qué tan acertadas fueron las conclusiones basadas en la comparación.

Una escala aproximada de los colores que toma el extracto de repollo en función del pH de la sustancia es la siguiente:

Color	rojo intenso	rojo violeta	violeta	azul violeta	azul	azul verde	verde azulado	verde	amarillo
pH	< 2	4	6	7	7.5	9	10	12	> 13

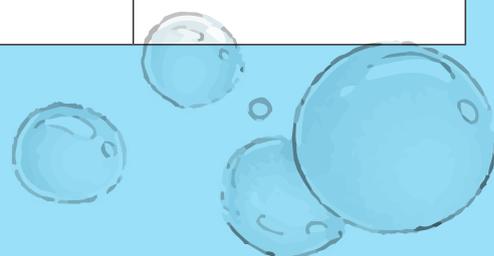


Para continuar reflexionando y abrir las puertas a nuevos ciclos de indagación, podemos basarnos en preguntas tales como: ¿qué indican las variaciones de pH en el agua?, ¿cómo se puede revertir un cambio de pH en determinada muestra de agua?, ¿qué soluciones se podrían plantear para suministros de agua demasiado alcalinos o demasiado ácidos?, ¿cuáles son los peligros de ingerir agua con pH extremos?

No debemos perder de vista que pretendemos analizar esta característica en particular del agua, pero en el marco de una problemática mayor, que es su escasez, por lo que siempre debemos intentar reflexionar en torno a cómo estas variaciones de sus propiedades implican la no-disponibilidad del recurso aun estando el agua accesible en nuestros hogares.

Ciclo de Indagación de un vistazo

Observación	Pregunta	Experiencia	Reflexión
<p>El agua que sale de nuestras canillas experimenta cambios a lo largo del año y dependiendo de la zona geográfica de la cual se trate. En algunos momentos del año o en diferentes regiones, el agua puede poseer olor, sabor y/o color.</p> <p>Puede trabajarse este hecho a partir de noticias y testimonios, entrevistas, encuestas en el barrio, indagación en el propio hogar acerca de las características del agua.</p>	<p>¿Qué propiedades tiene el agua apta para consumo humano? ¿Cómo varían las propiedades del agua según su calidad?</p> <p>¿Qué parámetros debemos determinar para saber si el agua es buena para el consumo? ¿Qué indicadores debemos tener en cuenta a la hora de medir la calidad del agua? ¿Cómo varían los indicadores en función de diferentes condiciones ambientales?</p> <p>¿El agua que sale de las canillas en las diferentes casas de las compañeras y los compañeros es de calidad? ¿Qué rango de pH es aceptable que posea el agua para consumo humano? ¿Este rango varía si se trata de agua para otros fines?</p>	<p>Determinación de pH de diferentes muestras de agua mediante indicador casero, a través de comparaciones con sustancias de pH conocido y estimado; y determinación del pH de diferentes muestras de agua mediante reactivos de laboratorio (opcional), pudiéndose comparar ambos resultados (indicador casero e indicador comparado).</p>	<p>Indagar sobre las propiedades químicas del agua nos permite no solo comprender lo particular de este recurso, sino también establecer protocolos y comparaciones para evaluar la calidad del agua en un contexto de consumo humano o animal.</p> <p>Las condiciones ambientales y las presiones ejercidas sobre las fuentes de agua potable pueden alterar la calidad de la misma, haciendo variar sus parámetros normales.</p>
Temporalidad / Periodización sugerida			
2 semanas	2 semanas	2 semanas	1 semana
Nociones / Conceptos que se van movilizando en el recorrido por el ciclo			
<p>Características del agua. El agua desde un punto de vista químico: composición y propiedades. Parámetros de calidad del agua apta para consumo. Legislación respecto a los parámetros de calidad del agua en nuestra provincia.</p>	<p>Parámetros e indicadores de calidad del agua destinada a consumo humano y otros fines. Sistema de acceso y distribución del agua en la provincia (o en cada localidad donde se lleve a cabo la propuesta). Propiedades químicas del agua. pH y escala de pH, el pH como indicador de calidad del agua. Rango de pH aceptado en el agua para consumo humano.</p>	<p>Escala de pH. Indicadores de pH. El pH en la vida cotidiana: fenómenos naturales y situaciones cotidianas que involucran el pH. Rango de pH aceptado en agua para diferentes fines (consumo humano, riego, animales, etc.).</p> <p>Soluciones. Características de las soluciones en función de su pH. Soluciones ácidas, neutras y básicas.</p>	<p>Protocolos de saneamiento del agua. Parámetros de calidad del agua apta para consumo humano y para otros fines (riego, animales, etc.). Fenómenos naturales que involucran al pH. Alteradores de pH.</p>



Ventana a otros espacios curriculares

Pensando en recuperar las características y propiedades del agua como subtema troncal en el marco de la problemática de su escasez, se podrían tender puentes hacia otras áreas que abonen las explicaciones y reflexiones que se hagan en este sentido. Por ejemplo, es interesante pensar desde la **Geografía** en aquellos reservorios de agua provinciales, los diferentes “tipos de agua” de la provincia y sus características en función del suelo que les da lugar (se puede pensar en la contaminación por arsénico que se da de forma natural y sus implicancias en el consumo). A su vez, también se puede hacer un mapeo de la provincia identificando las zonas que más están afectadas por la escasez del agua y las características de esta escasez, ¿está el agua, pero no se encuentra disponible?, ¿directamente no hay agua?, ¿se consume el agua potable con otros fines?, etc.

Pensando en un abordaje desde la **Historia**, se pueden recuperar los diversos modos de uso y aprovechamiento de este recurso a lo largo de la historia por las diferentes poblaciones de nuestro territorio. ¿En qué varían estas formas de aprovechamiento?, ¿cómo se valoran en un contexto actual de escasez de agua?

Desde **Lengua y Literatura** se proponen la interpretación y la escritura de textos alusivos, la búsqueda bibliográfica de información, la realización de encuestas y entrevistas, la elaboración de conclusiones escritas y sus medios para la socialización, entre otros. Este espacio curricular supone una oportunidad óptima para leer, por ejemplo, boletas de agua, análisis de los parámetros del agua de calidad en la provincia, leyes, noticias, etc. Además, es posible analizar y recuperar las expresiones literarias que contemplan al agua como elemento central, ¿qué enuncian?, ¿por qué el agua es un recurso tan valorado por todas las culturas?

Retomando los parámetros y sus valores, desde **Matemática** se puede abordar la cuantificación y parametrización de los resultados obtenidos, así como analizar los aspectos numéricos de análisis de diferentes muestras de agua y analizar y construir gráficos relacionados.

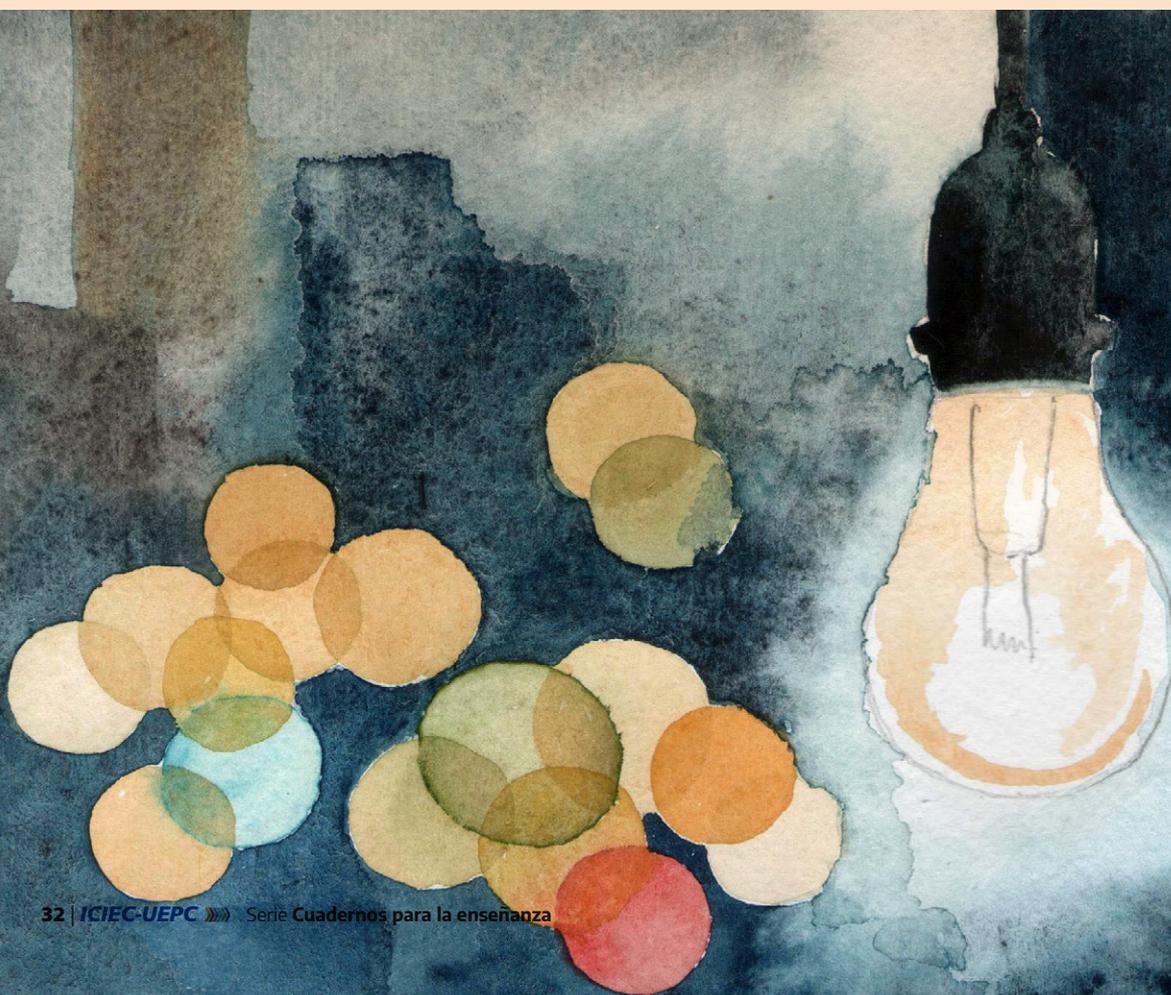
Sugerimos la lectura de los “Cuadernos de Trabajo. Propuestas para la integración progresiva de saberes en la escuela secundaria”. Es un material producido en el marco del Proyecto de Articulación e Integración de la Formación Docente desarrollado en forma conjunta por la Universidad Nacional de Córdoba y la Dirección General de Educación Superior del Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba y publicado en el año 2010. Incluye seis cuadernos organizados en torno a temas o problemas donde convergen saberes provenientes de la matemática, las ciencias naturales, la lengua y las ciencias sociales. Se trata de propuestas que pueden ser trabajadas de manera individual o colectiva. En cada cuaderno encontrarán un material para docentes y otro para estudiantes.

Pueden encontrar toda la colección en el siguiente enlace: <https://ansenuza.unc.edu.ar/comunidades/handle/11086.1/128>

➤ Subtema 2: Generación y consumo de energía eléctrica

► **Contenidos:** Energía. Tipos y transformaciones. Fuentes de energía en Córdoba. Centrales hidroeléctricas: funcionamiento. Crisis y transición energética. El agua como recurso natural finito. Formas de generación de energía. Energías renovables y no renovables. Funcionamiento y situación de las centrales hidroeléctricas en la provincia y en el país.

► **Propósito:** Mediante el abordaje de este ciclo, proponemos que las y los estudiantes entiendan por qué el agua es un recurso centralmente presionado por múltiples sectores. Nos meteremos de lleno en su uso para la generación de energía preguntándonos acerca de los modos y condiciones en los que se realiza dicho aprovechamiento y cómo se relaciona con nuestro consumo de energía en casa, en la escuela, en el barrio, etc. Pretendemos vincular los modos en que se produce la energía en la provincia de Córdoba con la escasez del agua como problemática local.



Mediante el abordaje de este subtema, lograremos discutir y abordar, desde la Física, el rol central que tiene el agua como recurso en la generación de energía. El agua es el sustento que permite generar la energía que utilizamos en nuestro hogar y con la que se vehiculizan todos los procesos industriales y cotidianos de la ciudad.

Comenzaremos haciendo un reconocimiento del consumo de energía en cada uno de los hogares de las y los estudiantes, pero esta vez con otros propósitos. Trataremos de representar el consumo de energía de cada hogar de modo tal que se pueda tener noción de la cantidad de energía que se consume y reconocer qué tipo de energía es. Pediremos que “mapeen”⁹ su hogar identificando cada artefacto/proceso que consume energía. Asignaremos referencias de colores a cada tipo de energía, por ejemplo, rojo para energía eléctrica, verde para energía térmica, amarillo para energía lumínica, y así. Luego, solicitaremos hacer una lista de todos aquellos artefactos identificados en el primer paso, especificando con los colores asignados a energía de entrada y de salida del artefacto.

Para profundizar en las nociones básicas respecto a la energía, tipos y transformaciones, algunos recursos para docentes disponibles aquí:

- ▶ ¿Qué es la energía? Concepto de energía y sus tipos. Fundación Endesa (s. f.). *La Energía*. <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-que-es-la-energia>
- ▶ Melendi, D. (s. f.). *Energía*. <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Energ.htm>
- ▶ Ministerio de Economía de la Nación. *Energía*. <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia>
- ▶ *El consumo energético en el hogar* (1 de agosto de 2019). Twenergy. <https://twenergy.com/eficiencia-energetica/como-ahorrar-energia-casa/el-consumo-energetico-en-nuestros-hogares-2313/>

Es interesante también asignar posibles códigos que brinden información acerca de la “cantidad” de energía, de modo intuitivo –por ejemplo, preguntarse: ¿el lavarropas consume más o menos energía que una lamparita?– y poder referenciar el consumo estimado (con rayitas, colores de mayor intensidad, puntos, lo que se acuerde en el curso), además del tipo de energía en cuestión. Proponemos una representación clara del consumo de cada hogar mediante referencias y códigos pactados entre todas y todos (se trata de una actividad que forma parte del ciclo y que supone el abordaje de los contenidos de base).

⁹ El objetivo principal de este mapeo es que sus estudiantes puedan identificar de forma clara y cuantificar de alguna manera (intuitiva, descriptiva, pactada al interior del grupo y con cada docente) el consumo de energía en su hogar en términos de los tipos de energía que se utilizan, las transformaciones principales que tienen lugar y algunas nociones sobre la cantidad que se consume en cada artefacto y en la sumatoria de los mismos. La idea es reconocer al hogar como una unidad consumidora de energía y poder discutir las características y dimensiones de ese consumo.

Les proponemos que en esta primera parte del ciclo de indagación, antes de realizar la investigación, estimen qué artefactos consumen más o menos energía. Para ello, esperamos que acuerden un modo de representar cuánto consume cada artefacto y poder poner, de modo “relativo”, qué artefacto consume más y qué artefacto consume menos en base a lo que cada estudiante piensa para reconocer ideas previas, decires del “sentido común”, de la “cotidianidad” de los hogares y luego contrastar con los resultados que arroje la investigación. Por ejemplo: se piensa que el cargador del celular sin el teléfono enchufado no consume nada o “es lo que menos consume, o consume menos que...”, mientras que efectivamente su consumo es bastante alto.

Se pueden generar instancias de socialización e intercambio de cada mapeo para que las y los estudiantes discutan diferencias y similitudes entre sus estimaciones y entre cada unidad (hogar). A su vez, podremos discutir en torno a las transformaciones de la energía: ¿qué tipo de energía, en la mayoría, entra a los artefactos?, ¿qué tipo de energía, en su mayoría, sale de los artefactos?, ¿cuál es el suministro principal de energía de los hogares?, ¿de qué tipo es la energía que entra, en mayor medida, en los hogares? Debemos construir, entre todas y todos, la idea de que la energía eléctrica es el principal tipo de energía que ingresa a nuestras casas y que luego se transforma en diversos tipos de energía.

Más tarde nos preguntaremos: ¿de dónde proviene esta energía? Esta pregunta guiará el ciclo de indagación y las experiencias que realizaremos para completar su abordaje. Las y los estudiantes deberán investigar de diversas formas (bibliografía, entrevistas, archivos, etc.) las principales fuentes de energía en la provincia.

Se espera concluir que las centrales hidroeléctricas representan una fuente de energía muy importante en Córdoba. Dependiendo del tiempo que ocupemos para este ciclo y del grupo con el que estemos trabajando, podemos proponer realizar una actividad de reconocimiento de dichas centrales en el territorio:

- Ubicarlas en un mapa.
- Determinar las condiciones del terreno y las condiciones ambientales que posee cada lugar donde se emplazan.
- Investigar su historia y ordenarlas cronológicamente según su construcción y puesta en funcionamiento.
- Incluir en el mapa los diques/represas accesorios de cada sistema.
- Se pueden incluir modelizaciones del terreno para comprender mejor los aprovechamientos de las condiciones topográficas en el uso del agua para la generación de energía.

Luego de reconocer que las centrales hidroeléctricas son una fuente muy importante de energía eléctrica en nuestra provincia, proponemos algunas actividades para profundizar sobre su funcionamiento y características, intentando comprender el valor del agua como recurso en estos sistemas y cómo afecta su uso a la escasez hídrica en términos regionales.

Es importante que pensemos en las centrales hidroeléctricas y en su emplazamiento como parte de un paisaje mayor, reflexionando en torno a los cuerpos de agua que se ven afectados por la represa en cuestión. No pretendemos, con esto, demonizar la producción de energía hidroeléctrica, sino analizar su historia en nuestra provincia y contextualizarla en una problemática particular que se relaciona con la generación de energía y su consumo. ¿De dónde proviene la energía que consumimos? ¿Cómo se genera la energía? ¿Qué recursos naturales son fundamentales para generar energía? ¿Se puede generar energía sin recursos naturales? ¿De qué forma consumimos energía? ¿Qué es el consumo responsable? ¿De qué modo afecta el consumo a la generación de energía?

A continuación, proponemos una experiencia en el marco del Ciclo de Indagación Escolar que permitirá comprender mejor de qué modo trabajan las centrales hidroeléctricas. Recomendamos el trabajo con una simulación virtual muy completa que ofrece la plataforma Phet. Disponible en: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/generator>

A través de la manipulación de diferentes variables en torno al funcionamiento de un generador de energía eléctrica a base del movimiento del agua, la simulación nos ofrece un contexto propicio para resolver algunas de las preguntas planteadas al comienzo y comprender mejor el papel que juega el recurso hídrico en el funcionamiento de las centrales hidroeléctricas, identificando patrones, regularidades y variables que intervienen en dicho proceso y pudiendo relacionarlo de forma estrecha con la importancia del territorio y terreno en el cual se emplazan las centrales.

Aportaremos elementos claves que refieren a la crisis y transición energética, ya que resultan contenidos sumamente importantes y estrechamente vinculados.

Para profundizar en torno a la crisis y transición energética en Argentina, algunos recursos para docentes disponibles aquí:

- ▶ Bastante, M.; Bazán, M.; Serricchio, C.; y otros (2019). *Transición Energética en Argentina*. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/ar/es/pages/finance/articles/Hojas-de-ruta-de-Transicion-Energetica-en-Argentina-marzo-2019.html>
- ▶ Kuchen, E. y Kozak, D. (2020). “Transición energética argentina. El nuevo estándar de eficiencia energética en la evaluación de la vivienda social. Caso de estudio: vivienda de barrio Papa Francisco”. En *Revista Hábitat Sustentable*, Vol. 10. pp. 44-55. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So719-07002020000100044
- ▶ Wagner, L.; Konstantinidis, E.; Blanco, G. (2019). “Aspectos socio-ambientales de la transición energética en Argentina”. Fundación Ambiente y Recursos Naturales. <https://www.climate-transparency.org/wp-content/uploads/2019/01/Argentina-policy-paper.pdf>

Resulta interesante retomar la Ley de Generación Distribuida N° 27.424 y su cumplimiento, particularmente en Córdoba: ¿qué elementos aporta esta ley para pensar la generación de energía contemplando el cuidado del agua?, ¿qué implica adherirse a la misma? Se podrían plantear nuevos interrogantes, tales como: ¿es posible generar energía de otras maneras en Córdoba?, ¿qué fuentes de energía son más aptas para el territorio de nuestra provincia?

A su vez, retomando la actividad del comienzo (el mapeo de consumo en el hogar), se podrían plantear interrogantes y alternativas relacionadas a disminuir el consumo de energía en cada casa, pudiendo aplicarse el mismo análisis a la escuela o a los edificios donde participen las y los estudiantes en diversas actividades.

Para conocer más acerca de la Ley de Generación Distribuida en nuestro país, compartimos algunos recursos que pueden ser utilizados en el aula, para ser discutidos junto a las y los estudiantes, disponibles aquí:

- ▶ Ley de Generación Distribuida de Energía Renovable. <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/generacion-distribuida>
- ▶ Reporte de avance de implementación de la Ley 27.424. <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/generacion-distribuida/que-es-la-generacion-distribuida/reportes-de-avance-implementacion-de-la-ley-27424>

Ciclo de Indagación de un vistazo

Observación	Pregunta	Experiencia	Reflexión
En nuestro hogar se utiliza y transforma una gran cantidad de energía que, en su mayoría, ingresa a los sistemas en forma de energía eléctrica.	¿De dónde proviene la energía eléctrica que utilizamos en nuestra casa? ¿Cuáles son las principales fuentes de energía de la provincia de Córdoba y cómo funcionan? ¿Qué rol cumple el agua en la generación de energía eléctrica? ¿De qué manera el uso del agua como fuente de energía contribuye a su escasez?	Investigación bibliográfica y de archivo. Uso de simulaciones virtuales representando el sistema de generación de energía utilizado en las represas hidroeléctricas: identificamos el papel del agua en estos sistemas y qué modificaciones se pueden realizar en torno a su funcionamiento pensando en no contribuir a su escasez. Proponemos cambios en el sistema de producción de energía respecto a lo que podemos modificar: el consumo. Alternativas de consumo cuidado y producción de energía sustentable.	Discutimos acerca del papel del agua en la generación de energía eléctrica en la provincia. Proponemos alternativas de generación y de consumo de energía a nivel domiciliario e institucional, planteamos nuevos interrogantes para seguir indagando.
Temporalidad / Periodización sugerida			
1 semana	2 semanas	2 semanas	1 semana
Nociones / Conceptos que se van movilizando en el recorrido por el ciclo			
Energía: definición, tipos, características. Transformaciones de energía. Sistemas de cuantificación y caracterización de la energía.	Tipos de energía y sus transformaciones. Fuentes de energía en Córdoba. Centrales hidroeléctricas: funcionamiento. Crisis y transición energética.	El agua como recurso natural finito. Formas de generación de energía. Energías renovables y no renovables. Situación de las centrales hidroeléctricas en la provincia y en el país.	Crisis y transición energética.

Ventana a otros espacios curriculares

Tomando al uso y generación de energía como subtema dentro del marco problemático delimitado por la escasez de agua en la provincia, se sugieren abordajes en conjunto con algunas áreas tales como **Historia**, pudiendo historizar las formas de obtención de energía y los usos de la misma a lo largo del tiempo, la historia de la construcción del sistema de centrales hidroeléctricas en la provincia, la historización de los modos de aprovechamiento del agua para obtener energía, etc. Desde la **Geografía**, es interesante recuperar la dimensión del territorio en relación al aprovechamiento del agua como sustrato de la generación de energía, los diques y lagos de Córdoba, ubicación, sistemas de aprovechamiento hídrico, la relación de las poblaciones y las y los trabajadores con estos sistemas, así también como aquellos territorios que resultan aptos para el desarrollo de energías renovables, pudiendo identificar sitios de la provincia susceptibles de ser aprovechados en el marco de la transición energética.

Desde el espacio curricular **Matemática**, se propone la interpretación y construcción de gráficos y representaciones en torno al consumo y generación de energía, pudiendo cuantificarse el uso de la misma mediante fórmulas clásicas o códigos pautados en el seno del curso.

El **área de artística** puede incorporarse a la propuesta reflexionando en relación a la modelización de sistemas de aprovechamiento del agua, construcción de maquetas de diferentes sistemas de aprovechamiento hídrico en el territorio provincial y construcción de sistemas de transformaciones energéticas tomando al agua como recurso fuente.



➤ Subtema 3: Contaminación biológica en cuerpos de agua de Córdoba

- **Espacio curricular:** Biología.

- **Contenidos:** Contaminación. Tipos de contaminación biológica. Eutrofización. Cianobacterias y cianotoxinas. Organismos fotosintetizadores. Fotosíntesis. Sustrato y productos de la fotosíntesis. Factores socioculturales y económicos que abonan la problemática de la eutrofización.

- **Propósito:** Mediante el abordaje de este subtema, pondremos de manifiesto una de las principales problemáticas locales que contribuyen a la escasez del agua como recurso en la provincia: la eutrofización de los lagos. Pondremos el foco en comprender cómo el proceso biológico que da sustento a las poblaciones de cianobacterias que provocan la contaminación del lago puede ser la clave para su saneamiento, identificando los factores que contribuyen y desencadenan el crecimiento desmedido de estos organismos para reflexionar en torno a su control. A su vez, nos preguntaremos en qué dimensión del aprovechamiento del agua se encuentra representada la escasez que produce la eutrofización como problemática provincial, discutiendo acerca del valor del agua en tanto recurso de recreación, esparcimiento, turismo y disfrute de servicios ecosistémicos como derechos de la ciudadanía.



La eutrofización de los cuerpos de agua es una problemática no reconocida como tal por parte de la sociedad, probablemente muchas y muchos estudiantes no conozcan ni siquiera la palabra con la cual se la denomina. Sin embargo, seguramente más de una persona de la clase reconozca varios de los indicadores y consecuencias de un lago eutrofizado, y haya podido constatar los efectos adversos que este proceso tiene sobre el agua, ya sea destinada a consumo humano o a esparcimiento y recreación.

Para profundizar en torno a los fundamentos biológicos, sociales y ambientales de la eutrofización en nuestra provincia, compartimos algunos recursos para docentes disponibles aquí:

- ▶ Soria, J. M.; Miracle, M. R; y Vicente, E. (1987). "Aportes de nutrientes y eutrofización de la albufera de Valencia". En *Limnetica*, pp. 227-242, España. https://www.researchgate.net/profile/Juan_Soria/publication/275154688_Aporte_de_nutrientes_y_eutrofizacion_de_la_Albufera_de_Valencia/links/55340b060cf20ea0a076a055.pdf
- ▶ Ledesma, C.; Bonansea, M.; Rodríguez, C.; Delgado, A.. (2013). "Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse de Río Tercero, Córdoba, Argentina". En *Revista Ciencia Agronómica*, Vol. 44. pp. 419-425, Brasil. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-66902013000300002&script=sci_arttext&tlng=es
- ▶ Rada, F. (2005). "Indicadores físicos, químicos y biológicos del proceso de eutrofización del Lago Titikaka (Bolivia)". En *Ecología Aplicada*, Vol. 4, Perú. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162005000100018&script=sci_arttext&tlng=en
- ▶ Quirós, R. (2000). "La eutrofización de las aguas continentales de Argentina", Buenos Aires. <https://ced.agro.uba.ar/ubatic/sites/default/files/files/EutroArgentina.pdf>
- ▶ Torinos, A. (27 de septiembre de 2012). *Eutrofización: causas y efectos*. Triplenlace. <https://triplenlace.com/2012/09/27/eutrofizacion-causas-y-efectos/>

Para comenzar, recuperaremos la experiencia de las y los estudiantes. Les preguntaremos si han visitado alguna vez los lagos de Córdoba, si conocen cuántos son, dónde están, cómo lucen sus aguas, qué características notaron en sus superficies, etc. A su vez, también se les pueden compartir diferentes noticias que invitan a delimitar la problemática.

Estudio ambiental. Alerta sobre la contaminación del lago San Roque.	https://lmdiario.com.ar/contenido/125144/estudio-ambiental-alerta-sobre-la-grave-contaminacion-del-lago-san-roque
Eutrofización sería la causa de la muerte de peces.	http://noticias-ambientales-cordoba.blogspot.com/2013/02/eutrofizacion-seria-la-causa-de-la.html
Las algas invadieron el lago San Roque.	https://eldoce.tv/sociedad/algas-invadieron-lago-embalse-san-roque-agua-verde-carlos-paz-eutrofizacion_95688
Ensayo sobre la contaminación del embalse del dique San Roque.	http://www.eayt.org/noticias/ensayo%20sociologia.html
Córdoba: alerta por la contaminación de ríos y lagos con materia fecal.	https://agencia.farco.org.ar/noticias/cordoba-alerta-por-la-contaminacion-de-rios-y-lagos-con-materia-fecal/

Para su abordaje, podemos optar por compartir con las y los estudiantes fragmentos puntuales de la/s noticia/s (y no el/los texto/s completo/s). Debe quedar en claro que los principales contribuyentes de la contaminación biológica son los organismos unicelulares fotosintetizadores llamados cianobacterias, delimitando a la fotosíntesis como el proceso biológico mediante el cual dichos organismos prosperan y se reproducen, agudizando así la problemática.

Tomando a las cianobacterias como los organismos fotosintetizadores centrales de esta problemática, encontramos un buen medio para abordar algunas cuestiones relevantes en torno al proceso de fotosíntesis y sus características, reflexionando alrededor de las mismas para encontrar posibles soluciones o atenuantes al problema de la contaminación biológica. Es necesario delimitar claramente qué sustrato necesita la fotosíntesis y cómo es posible afectar su rendimiento al alterar la cadena de alimentación hacia el lago. Proponemos, entonces, una experiencia para evaluar cómo afecta a la fotosíntesis la variación en dos recursos claves: la luz y los nutrientes ricos en carbono. Para realizarla, debemos tomar unos circulitos de hojas de espinaca, acelga u otra verdura de hoja verde (se pueden hacer con un sacabocado o con la punta de un sorbete).



A estos circulitos debemos quitarles todo el gas que puedan tener, utilizando una jeringa (haciendo vacío) hasta comprobar que los circulitos se hundan ya que no poseen aire dentro. Para entender mejor este paso, se puede observar el siguiente video, en el cual se encuentra muy bien explicado. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=wwbTJzJaBel&feature=emb_title

Los circulitos de tejido vegetal serán nuestros indicadores de producción de oxígeno, evidenciando si hay o no fotosíntesis, por lo que debemos someterlos a diferentes condiciones de luz y de presencia de carbono, el cual otorgamos con bicarbonato de sodio. Para variar la concentración de carbono, introduciremos los pedazos de tejido vegetal en soluciones cuya concentración de bicarbonato de sodio varía. Sugerimos comenzar con una disolución de 1 % de bicarbonato de sodio y dos gotitas de jabón. Haremos tantos recipientes con circulitos como condiciones de presencia de carbono y luz queramos evaluar. Para variar la intensidad de la luz, utilizaremos focos de diferentes potencias o exposiciones diferenciales a la luz solar. Es importante rotular y nombrar muy bien cada tratamiento y especificar qué condiciones se están comparando y qué variables poniendo a prueba.

Detectaremos la fotosíntesis gracias a que los circulitos se llenarán de burbujas de O_2 y subirán hasta quedar flotando en el recipiente donde los hayamos puesto. Al medir el tiempo que tardan los circulitos en subir a la superficie, se puede averiguar cómo influyen estos factores, es decir, la cantidad de luz y el nivel de CO_2 .

Es importante hacer hincapié en aquello que se está midiendo y cómo se lo está midiendo. En este caso, se puede observar la liberación de oxígeno, tomando a este gas como indicador del proceso de fotosíntesis, en función de diferentes condiciones lumínicas y de concentraciones variables de carbono, alterando la cantidad de bicarbonato de sodio en la solución original. A su vez, es necesario discutir acerca del suministro de estos nutrientes ricos en carbono hacia el lago, ¿de dónde provienen?, ¿de qué forma se podría combatir el crecimiento desmedido de las cianobacterias teniendo en cuenta lo observado en la experiencia? Respecto a la luz, ¿de qué modo se ven afectadas las demás plantas del lago, según lo visto?, ¿qué sucede si las cianobacterias crean una película que impide el paso de la luz a las capas inferiores del lago?

Recuperando la escasez del agua como problemática, podemos poner el foco de la discusión en los modos en los cuales se utilizan los espacios verdes y cuerpos de agua de la provincia para la recreación y el turismo, ¿qué medidas se toman?, ¿de qué forma se tratan los residuos de las poblaciones aledañas a los lagos?, ¿cuál es la vinculación de esta problemática con los incendios?, ¿y con la sobre-fertilización de los cultivos?



Ciclo de Indagación de un vistazo

Observación	Pregunta	Experiencia	Reflexión
El agua de los lagos destila olor a materia en descomposición, tiene mal aspecto y posee una cama de organismos viviendo sobre ella. Los peces del lago mueren asfixiados y, en días de viento, el olor nauseabundo llega a los pueblos y ciudades cercanas al lago.	¿Qué factores contribuyen a la eutrofización de los cuerpos de agua? ¿Qué procesos biológicos abonan esta problemática? ¿En qué instancias de dichos procesos se puede trabajar para solucionar este problema? ¿Cómo los organismos responsables de la eutrofización utilizan los contaminantes biológicos?	Trabajamos con el proceso de la fotosíntesis identificando reactivos y productos, evaluamos el efecto del carbono y de la luz en dicho proceso e hipotetizamos acerca del comportamiento de las cianobacterias en función de diferentes condiciones ambientales.	La eutrofización es un proceso de contaminación biológica mediado por organismos fotosintetizadores que utilizan fuentes nutricionales ricas en nitrógeno, carbono y la energía del sol para sobrevivir y prosperar. Alterando alguno de estos reactivos es posible alterar el proceso de fotosíntesis y, en consecuencia, la supervivencia de los organismos causantes de la eutrofización.
Temporalidad / Periodización sugerida			
1 semana	2 semanas	2 semanas	1 semana
Nociones / Conceptos que se van movilizando en el recorrido por el ciclo			
Eutrofización y organismos unicelulares fotosintetizadores. Cuerpos de agua: tipos y características. Problemáticas ambientales de nuestra provincia.	Eutrofización: fundamentos biológicos de su desarrollo. Fotosíntesis y eutrofización: relaciones, causas y efectos. Organismos fotosintetizadores responsables de la eutrofización en cuerpos de agua.	Fotosíntesis: definición, proceso, factores que afectan la fotosíntesis. Organismos unicelulares fotosintetizadores. Cianobacterias y eutrofización. Manipulación de objetos y materiales en condiciones experimentales. Variables dependientes e independientes.	Factores socioculturales y económicos involucrados en la problemática de la eutrofización. Posibles alternativas de cambio.



Fuente: <https://lmdiaro.com.ar/contenido/15292/en-que-consiste-el-plan-de-rescate-del-lago-san-roque>

Ventana a otros espacios curriculares

Situándonos en el abordaje de este subtema que permite reflexionar en torno a la no-disponibilidad del agua debido a su contaminación biológica, siendo esta un recurso accesible, sugerimos el abordaje desde diferentes áreas tales como **Geografía**, pensando en la planificación y trazado urbano y su relación con los cuerpos de agua de la provincia, ¿cómo se trazan las ciudades?, ¿cómo se incorporan los ambientes naturales a las mismas?, ¿qué proceso deben sufrir los residuos para no impactar en los cuerpos de agua?, ¿cuál es la relación de las poblaciones con el agua en su sentido recreativo? Es posible estudiar los diferentes sistemas de aprovechamiento de residuos cloacales y alternativas para su tratamiento que entren en coherencia con el cuidado del agua, estudiar diferentes casos de nuestro país que apuestan al tratamiento de aguas servidas de formas no convencionales. Un elemento clave de la discusión que también puede construirse desde este espacio curricular son las actividades productivas que contribuyen al problema: sobre-fertilización de cultivos y deforestación en nuestra provincia.

Desde **Historia**, se podrán abordar el desarrollo y construcción de áreas protegidas en Córdoba, su historia y cómo su construcción da cuenta de procesos de apropiación por parte de las poblaciones cercanas al lugar. Se trata de historizar los modos en que el agua puede ser considerada un recurso de esparcimiento y recreación.

Lengua y literatura colaborará al momento de construir elementos de socialización de lo trabajado, aportando en la construcción de escritos que comuniquen las conclusiones obtenidas y las reflexiones principales del proceso, entendiendo a la socialización como una arista clave del trabajo de indagación.



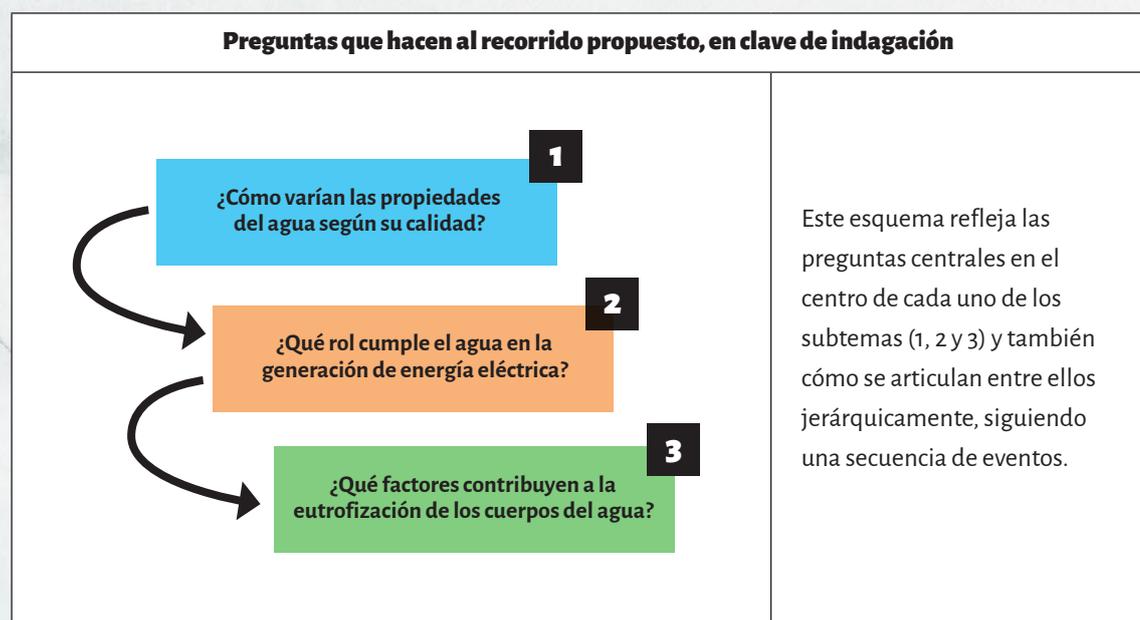
Saberes que se integran.

¿Qué hacemos con todo esto?

En este apartado, nos preguntamos: ¿cómo orientar la integración de saberes en nuestra propuesta de enseñanza?, ¿cómo la articulación de los contenidos que abordan los subtemas pueden habilitar el abordaje de la complejidad de la problemática?, ¿de qué manera podemos orientar a que las y los estudiantes integren los contenidos que se fueron privilegiando en el desarrollo de cada subtema? ¡A no desesperar! No dijimos que fuera fácil. Creemos que es posible proponer modos de enseñar y aprender desde una perspectiva que contemple la integración de saberes en clave didáctica. Vamos a dejarles a disposición un conjunto de proyectos y experiencias que, a modo de ejemplo, nos muestran formas de integración posible.

Las relaciones entre los subtemas

Pretendemos compartir una serie de ideas, orientaciones y preguntas recuperando los contenidos abordados en cada subtema, de modo tal que puedan asumirse de manera relacional en los procesos de integración de saberes. El propósito es colaborar para que las y los docentes, junto con sus estudiantes, expliciten las relaciones entre los contenidos estudiados y les ayuden a comprender su mutua implicancia frente a una situación problemática particular, en este caso, la escasez del agua como recurso hídrico de la provincia de Córdoba. Les compartimos, a continuación, algunos ejemplos.





- **El agua y el consumo:** Si relacionamos los contenidos trabajados en el subtema 1 (El agua, un recurso con propiedades particulares) con el subtema 2 (Generación y consumo de energía eléctrica), podemos preguntarnos, junto a las y los estudiantes, si el hecho de mantener cuerpos de agua estancados en un espacio determinado (diques) influye de alguna manera en la calidad de agua de red que consumimos a partir de dichos cuerpos de agua. Esta pregunta busca orientar una problematización desde los recursos ofrecidos en la propuesta de enseñanza, tanto por el recorrido que propusimos respecto a los parámetros y características que determinan el nivel de calidad de una muestra de agua como por la experiencia propuesta respecto al entendimiento de los factores y procesos involucrados en el consumo de energía. Se trata de ahondar un poco más en el análisis de todo aquello que conlleva entender al agua como un recurso, ya sea para generar energía o para consumo, al mismo tiempo que se ponen en tensión estas dos formas de aprovechamiento del mismo.

- **El agua en las ciudades y la eutrofización:** Otra relación posible que podemos plantear en clase junto a las y los estudiantes se refiere a los aprendizajes y contenidos de los subtemas 1 y 3. Algunas preguntas que pueden orientar las relaciones que se tejen entre estos subtemas son: ¿qué pasaría si la eutrofización de los lagos de Córdoba no se remediara y siguiera avanzando sin detenerse ni disminuir?, ¿qué aspectos sociales, culturales y económicos se podrían revisar para disminuir el impacto de la eutrofización en los lagos de Córdoba?, ¿de qué manera se relacionan estos aspectos con las bases biológicas del proceso de eutrofización?, ¿qué pasaría si se vertieran millones de litros de vinagre o de ácido cítrico en los lagos eutrofizados?, ¿cómo impactaría en el consumo de agua de la ciudad de Córdoba dejar de verter aguas cloacales en el lago San Roque?, ¿existe una forma de “sanear” los lagos eutrofizados mediante la alteración del pH del agua?, ¿de qué manera afectaría esto al resto de los organismos, incluidos los humanos?

Partiendo de las observaciones realizadas durante el recorrido propuesto en el subtema 1, pudimos reconocer qué clase de alteraciones sufre el agua y qué parámetros conocemos para evaluar dichas alteraciones. Mientras que, en el recorrido del subtema 3, profundizamos la comprensión respecto a una problemática ambiental cuya principal consecuencia es la alteración de la calidad del agua para consumo. Estas nuevas nociones que incorporamos aportan a la comprensión de la complejidad de la temática y nos permiten una mirada crítica sobre algunos fenómenos de urbanización y consumo.

- **Agua y energía:** Podemos relacionar los subtemas 2 y 3 al momento de reconocer que uno de los aspectos claves de la eutrofización en cuerpos de agua tiene que ver con el carácter estancado de dicho recurso, situación que se da, por ejemplo, al contener el agua para crear represas de centrales hidroeléctricas. Preguntarse por dicha cuestión puede ser un modo de problematizar la integración de los saberes puestos en juego en cada subtema junto a las y los estudiantes: ¿se podría hacer energía eléctrica a partir de otro líquido?, ¿qué características debería tener el mismo?, ¿qué condiciones deberían satisfacerse para evitar la eutrofización en un cuerpo de agua quieto? En este tipo de observaciones, pondremos el foco en develar cómo se cruzan los principios biológicos y los factores socioculturales que promueven y sustentan el proceso de eutrofización, al mismo tiempo que problematizamos el uso del agua como un recurso a la hora de generar energía e imaginamos otros escenarios posibles al respecto.



- **Una apuesta transversal: el cuidado del agua:** A partir de los saberes específicos que se han abordado en cada subtema, ponemos en relieve un contenido transversal que permite ver las relaciones en común entre los tres subtemas: lo ambiental¹⁰. En el desarrollo de los mismos, presentamos y profundizamos una preocupación recurrente que refiere a la construcción de una mirada crítica y responsable sobre el agua como recurso que se encuentra en escasez. Nos referimos a la necesidad de promover una ciudadanía que sea permeable y sensible ante las necesidades del ambiente y la importancia de su preservación, apostando a una transformación desde la participación ciudadana comprometida.

En esta oportunidad, nos parece un gran acierto recuperar el transversal en relación a lo ambiental, que vincula la sociedad y la naturaleza en el marco de políticas educativas que avanzan reconociendo y visibilizando los modos en que nos relacionamos con el ambiente. De este modo, se promueve el ejercicio ciudadano del derecho a un ambiente sano y sostenible sobre lo que comienza a avanzar la Ley de Educación Ambiental Integral. Desde este transversal, se pretende asociar el ambiente al desarrollo sustentable de manera dinámica, es decir, como un conjunto de situaciones de transformación entre los sistemas y los procesos sociales, económicos y naturales. Por lo tanto, se incluyen temáticas tales como uso responsable y seguro de la energía, contaminación, sustentabilidad, políticas ambientales, equilibrio/desequilibrio demográfico, entre otras. Varias de las actividades que se abordan en cada subtema buscan evidenciar la necesidad de cuidar el agua apta para el consumo humano, comprender las consecuencias de las modificaciones demográficas a propósito de la actividad humana, buscar alternativas para la producción de energía, entre otras cuestiones que se relacionan con dicha preocupación.

Experiencias y proyectos en las escuelas de Córdoba

Nos interesa reconocer los saberes que, como docentes, venimos construyendo desde diferentes lugares en el encuentro en las aulas con nuestras y nuestros estudiantes. Seguir conociendo y socializando nuestras experiencias contribuye a elaborar criterios pedagógicos y didácticos sobre las decisiones tomadas en el proceso de enseñanza en clave de proyectos curriculares. En este sentido, las experiencias que a continuación presentamos comparten con este material el propósito en torno a la búsqueda de aprendizajes significativos orientados a la construcción de una mirada crítica y comprometida con el medio que nos rodea. Creemos en la socialización de experiencias vecinas como “ventanas” que nos muestran por dónde ir recuperando diferentes intencionalidades y estrategias:

¹⁰ Los “transversales” como dispositivos de articulación de aprendizajes suponen la integración de diversos contenidos, contribuyendo a la formación integral de las y los estudiantes en los ámbitos del saber, del hacer, del ser, del convivir y del emprender, con la finalidad de que sean capaces de responder críticamente a los desafíos históricos, sociales, culturales, científicos, tecnológicos y económicos de la sociedad a la que pertenecen, y de asumir un compromiso activo con el desarrollo sustentable de la provincia. Esto se relaciona estrechamente con su constitución como sujetos políticos, capaces de responder activamente a las demandas de su tiempo, así como de posicionarse ante las circunstancias, las necesidades y los problemas de la sociedad de hoy, con perspectivas de un futuro a construir. Para ampliar más sobre “los transversales”, ponemos a disposición el siguiente material producido por la Secretaría de Educación de la Subsecretaría de Promoción de Igualdad y Calidad Educativa: <http://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/documentos/Transversales2016.pdf>

► Experiencias pedagógicas del libro *La escuela secundaria construye aprendizajes: experiencias y propuestas para ampliar el derecho a la educación* (2020), del ICIEC-UEPC:

- “Haciendo ciencia, escuela y comunidad. Un proyecto de análisis microbiológico de agua en los tanques domiciliarios”. IPET N° 85 de Estación General Paz, pp. 132-148. <https://www.uepc.org.ar/conectate/haciendo-ciencia-escuela-y-comunidad/>

- “La investigación como estrategia pedagógica y compromiso social con problemáticas ambientales del barrio. Contaminación por pilas desechadas y su impacto en el crecimiento de las plantas”. IPEM N° 124 de Barrio Gral. Olmedo, pp. 148-167. <https://www.uepc.org.ar/conectate/nueva-publicacion-gratuita-de-la-serie-la-escuela-construye/>

- “‘Aprender haciendo’, el combustible del conocimiento”. Elaboración de biodiesel como compromiso con el cuidado del medio ambiente, IPET N° 55 de Villa del Rosario, pp. 168-189. <https://www.uepc.org.ar/conectate/aprender-haciendo-el-combustible-del-conocimiento/>

► Experiencias pedagógicas del libro *La escuela construye aprendizajes. Experiencias y propuestas para la enseñanza de Matemática y Ciencias Naturales* (2017), del ICIEC-UEPC:

- “Las inquietudes de los/as estudiantes como fuente para diagramar la planificación docente. Reutilización del agua de desechos de los equipos de aire acondicionado”, pp. 33-41. <https://www.uepc.org.ar/conectate/experiencias-y-propuestas-para-la-ensenanza-de-la-matematica-y-las-ciencias-naturales/>

- “Un germinador de preguntas para proteger el bosque. Las consecuencias del desmonte y su impacto en la ciudad”, pp. 43-49. <https://www.uepc.org.ar/conectate/experiencias-y-propuestas-para-la-ensenanza-de-la-matematica-y-las-ciencias-naturales/>

► “Experiencias en Escuelas Rurales de Educación Primaria: encuentros de ‘Tecno-ambiente’ (2015). Sistematización de experiencias de tecnología y ambiente. Ministerio de Educación de la provincia de Córdoba. <https://www.igualdadycalidad-cba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/2015-Docs/Sistematizacion-de-experiencias-de-Tecnologia-y-Ambiente.pdf>

► “Regata de cantidad y calidad del Río Suquía”. Propuesta de trabajo acerca de la calidad del agua en el Suquía, Ceprocór. https://ceprocór.cba.gov.ar/regata-de-cantidad-y-calidad-del-rio-suquia/?fbclid=IwAR17b-NFZQn7UgWU-kv-lfnTx-4H6W_ZWfdaP_xIRsoLSooKL_scqle2c8w

► Recopilación de proyectos y propuestas en torno al agua, Aguas Cordobesas. <https://www.aguascordobesas.com.ar/CanalEspacioEducacion/MaterialEducativo>

► Proyecto Educativo “Adopto un cuerpo de agua como mi mascota”. Tiene como objetivo el cuidado de los recursos hídricos en las zonas aledañas al Instituto Dante Alighieri de Villa Carlos Paz. Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. <https://fcefyn.unc.edu.ar/facultad/secretarias/extension/prosecretaria-de-vinculacion-social/programa-compromiso-social-estudiantil/proyectos-de-compromiso-social-estudiantil-fcefyn/proyecto-educativo-adopto-un-cuerpo-de-agua-como-mi-mascota/>

► Proyecto educativo “La ruta del agua que bebemos” (2015). Experiencias educativas. Cortos en la NET: Documental. Ministerio de Educación de la provincia de Córdoba. <https://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/PolCurriculares/EduTic/Documentos/IPEM40-El-agua-que-bebemos.pdf>

► Ríos, A. (28 de octubre de 2020). *Villa Rumipal: alumnos del IPET 76 crearon cápsulas ecológicas para potabilizar agua de manera fácil y ecológica*. Portal web CalamuchitaEnLinea.info. <https://calamuchitaenlinea.info/contenido/1995/villa-rumipal-alumnos-del-ipet-76-crearon-capsulas-ecologicas-para-potabilizar-a>

Esquema conceptual sobre la relación entre los subtemas del recorrido sugerido para la Educación Primaria y Secundaria

Llegando al final de este recorrido, nos parece importante visibilizar y reconocer la organización de los contenidos puestos en juego en la publicación para el Segundo Ciclo de la Educación Primaria y su relación con los contenidos de esta publicación, destinada al Ciclo Básico de la Educación Secundaria. Si bien se trata solo de un esquema, nos permite reconocer las jerarquías, secuenciaciones y relaciones entre subtemas sobre el tratamiento de la problemática que articula la propuesta de enseñanza (se presenta en el centro del cuadro de color amarillo).

Encontrarán en los recuadros de color violeta los subtemas de nivel primario y en los recuadros de color rojo encontrarán los subtemas del nivel secundario. Los recuadros de bordes negros indican posibles contenidos derivados de cada subtema. Verán que en la totalidad del cuadro aparece la articulación entre los espacios curriculares que se ponen en juego: Física, Química y Biología.





Referencias que explicitan la vinculación entre la Educación Primaria y Secundaria

1: En regiones con temporadas secas, el aporte de agua por precipitación horizontal se convierte en un factor determinante para la disponibilidad de agua para consumo. Además, el agua puede estar disponible, pero su calidad puede verse alterada por diferentes procesos físicos, químicos y biológicos, como la eutrofización.

2: La cobertura de los suelos determina el aporte de materia orgánica por escurrimiento de agua hacia los cuerpos de agua, a través de un fenómeno que se conoce como erosión hídrica. Además, si estos suelos se hallan cubiertos de cenizas (luego de un incendio forestal) o con exceso de fertilizantes provenientes de la agricultura, el aporte desmedido de fertilizantes a los cuerpos de agua favorece explosiones de cianobacterias, determinantes en el proceso de eutrofización.

3: Lo que se presenta en los puntos 1 y 2 son algunas relaciones posibles. Es necesario seguir construyendo otras vinculaciones entre los contenidos abordados en cada nivel que vayan dialogando con las características del contexto en que se genera la experiencia educativa y los recortes de los temas priorizados en la propuesta de enseñanza.

Llegando al final

Actualmente resulta relevante comprender el ciclo del agua y los factores más importantes para combatir su escasez y su calidad pensando en un equilibrio entre la naturaleza y la sociedad. Córdoba se encuentra en una crisis hídrica casi constante, agudizada por los vertiginosos devenires de la expansión agropecuaria, el sector turístico y la urbanización no planificada. Creemos que este contexto es propicio para impulsar prácticas escolares planificadas desde el interés e implicación colectiva y no como meras acciones aisladas e individuales sin ser contenidas por objetivos escolares compartidos.

La perspectiva proyectual permite realizar una síntesis e integración de los contenidos abordados y del proceso de aprendizaje transitado por las y los estudiantes. El problema recortado es complejo y no se agota con este recorrido, sino que puede seguir siendo objeto de estudio y reflexiones en nuevos ciclos de indagación. Esperamos que esta publicación despierte el sentido de implicarse en el armado de este tipo de propuestas, que integran saberes al interior de las Ciencias Naturales desde una perspectiva didáctica y en función de las vinculaciones que cada subtema aborda en el vínculo con otros espacios curriculares.

ACERCA DE LAS AUTORAS Y EL AUTOR

Florencia Lo Curto: Profesora de Educación Primaria, Profesora en Ciencias de la Educación y Especialista en Alfabetización Inicial. Integrante del Área de Formación Docente del Instituto de Capacitación e Investigación de los Educadores de la Provincia de Córdoba (ICIEC-UEPC). Coordinadora del postítulo de Especialización Docente de Nivel Superior en Conducción y Gestión Educativa del Instituto Superior de Estudios Pedagógicos del Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba. Maestranda en Formación Docente en la Universidad Nacional de Pedagogía (UNIPE). Amante de la literatura y de los atardeceres serranos.

Ana Cugini: Profesora en Ciencias Biológicas. Ha dictado y participado de diversas capacitaciones acerca de enseñanza de las Ciencias Naturales para docentes de todos los niveles y modalidades del sistema educativo. En la actualidad, se desempeña como docente de nivel secundario, coordina un Club de Ciencias comunitario para niñas, niños y jóvenes en el Espacio para la Memoria, Promoción y Defensa de los DDHH Campo de la Ribera y participa del proyecto de divulgación científica Curioscopio. Amante de las plantas, los bichos y el campo.

Nicolás Unsain: Biólogo y Doctor en Ciencias Biológicas. Investigador Adjunto del CONICET en el Instituto de Investigación Médica Mercedes y Martín Ferreyra donde dirige su laboratorio de investigación en Neurobiología. Profesor Asistente de Biología Celular y Molecular en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba y Profesor Adjunto de Biología Celular en el Instituto de Ciencias Biomédicas de Córdoba. Organiza los proyectos de divulgación Neurociencia de los Sentidos y Curioscopio. Amante de la vida en la naturaleza, el deporte y un insoportable optimista.

BIBLIOGRAFÍA

- Cangenova, R. (2005). *Los núcleos de integración curricular en el diseño y desarrollo de iniciativas pedagógicas escolares. Programa Integral para la Igualdad Educativa (PIIE). Área de Pedagogía.* Ministerio de Educación de la Nación. Buenos Aires.
- Furman, M. (2016). “Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico”, *XI Foro Latinoamericano de Educación.* Ed. Santillana. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Gutierrez, G. M. y Zamanillo, M. A. (Ed.) (2017). *La escuela construye aprendizajes. Experiencias y propuestas para la enseñanza de Matemática y Ciencias Naturales.* Unión de Educadores de la Provincia de Córdoba. Alaya Servicio Editorial. Córdoba. Disponible en: <https://www.uepc.org.ar/conectate/experiencias-y-propuestas-para-la-ensenanza-de-la-matematica-y-las-ciencias-naturales/>
- Lapasta, L.; Merino, G.; Arcarúa, N. y Menconi, F. (2019). “Los problemas socio científicos como una oportunidad de aprendizaje en la formación de futuros/as docentes de Física, Química y Ciencias Biológicas”. En *Actas V Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.* Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/v-jornadas-2019/actas/Lapasta.pdf>
- Lo Curto, F.; Cugini, A. y Unsain, N. (2020). *La escuela indaga: preguntones en acción: Enseñanza de las Ciencias Naturales Basada en la Indagación.* Unión de Educadores de la Provincia de Córdoba. Alaya Servicio Editorial. Córdoba. Disponible en: <https://www.uepc.org.ar/conectate/la-escuela-indaga-preguntones-en-accion/>
- Marchan, I. y Sanmartí, N. (2015). “Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica”. En *Revista Educación Química*, pp. 267-274. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1fTR7oxbaZzITAZAHcyiHAPtGS_IBZYIA/view
- Sanmartí Puig, N. y Márquez Bargalló, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Apice*, 1(1), 3-16.
- Tignanelli, H. (2018) “Sobre los procesos escolares para una alfabetización científica”. En Gutierrez, G. y Zamanillo, A. (Ed.) *La escuela construye aprendizajes: experiencias y propuestas para la enseñanza de Matemática y Ciencias Naturales.* Unión de Educadores de la Provincia de Córdoba, Córdoba, 2018. Disponible en: <https://www.uepc.org.ar/conectate/experiencias-y-propuestas-para-la-ensenanza-de-la-matematica-y-las-ciencias-naturales/>
- Woda, C.; Huber, A. y Dohrenbusch, A. (2006). Vegetación epífita y captación de neblina en bosques siempreverdes en la Cordillera Pelada, sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*, 27(3), 231-240. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002006000300002>

DOCUMENTOS MINISTERIALES

- Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba. *Diseño Curricular de la Provincia de Córdoba para la Educación Primaria (2011-2020).* Disponible en: <https://www.igualdadcalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/DPCurriculares-v2.php#gsc.tab=0>
- Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba. *Diseño Curricular de la Provincia de Córdoba para el Ciclo Básico de la Educación Secundaria (2011-2020).* Disponible en: <http://www.igualdadcalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/EducacionSecundaria/DisenosCurricSec-v2.php#gsc.tab=0>
- Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba (2018). *Jornadas Interdisciplinarias de Integración de Saberes. Educación Secundaria.* Ministerio de Educación de Córdoba. Córdoba. Disponible en: <http://www.igualdadcalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/Capac%20Nivel%20Secundario/Integraci%C3%B3nDeSaberes.pdf>

MARCO NORMATIVO

- Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos. Secretaría de Recursos Humanos Hídricos de la Provincia de Córdoba. Resolución N° 174 /2016. Disponible en: https://boletinoficial.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2016/08/1_Secc_10082016.pdf

Otras publicaciones de ICIEC-UEPC para consultar y descargar en nuestro sitio

uepc.org.ar/conectate



Cuenta la Gota. Integración de saberes en clave de indagación escolar. Ciclo Básico de la Educación Primaria. Serie Cuadernos para la enseñanza (2021).

Encontrarán opciones didácticas para desarrollar en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El eje organizador de las propuestas gira en torno a la problemática de la escasez del agua como recurso hídrico del ecosistema. Este recorte temático permite abordar distintos contenidos del Diseño Curricular Jurisdiccional retomando la integración de saberes como enfoque y desafío en la escuela.

<https://bit.ly/3uCKzjp>



La casa como espacio de indagación en Ciencias Naturales. Segundo ciclo de la Educación Primaria. Serie Cuadernos para la enseñanza (2021)

Planteamos una forma de entender la ciencia escolar desde la vida cotidiana. Se trata de opciones didácticas y metodológicas para que las y los estudiantes puedan observar, registrar, hipotetizar y reflexionar sobre los fenómenos del mundo natural.

<https://bit.ly/3kJauDx>



La casa como espacio de indagación en Ciencias Naturales. Ciclo Básico de la Educación Secundaria. Serie Cuadernos para la enseñanza (2021)

Encontrarán ideas, recursos y actividades para trabajar sobre los fenómenos del mundo natural desde los contenidos distribuidos y presentados en los espacios curriculares de Física, Química y Biología.

<https://bit.ly/3BghLRS>



La escuela indaga: preguntones en acción

Serie Cuadernos para la enseñanza (2020)

En este material les proponemos el enfoque denominado Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) para promover que las y los estudiantes aprendan a mirar el mundo con ojos científicos, comprendiendo mejor la complejidad del alcance temático de diversos campos disciplinares: la Física, la Biología, la Química, las Ciencias de la Tierra y la Astronomía.

<https://bit.ly/3yf9ZWt>

