



Desarrollo curricular

PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN QUÍMICA

**Serie: Sentidos y prácticas en el currículum de la formación
de profesoras y profesores de educación secundaria**

Documento de acompañamiento curricular para
el tercer año del Campo de la Formación Específica

Subsecretaría de Educación

Dirección Provincial de Educación Superior

Dirección de Formación Docente Inicial



DIRECCIÓN GENERAL DE
CULTURA Y EDUCACIÓN



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE
BUENOS AIRES

Autoridades

Gobernador

Axel Kicillof

Vicegobernadora

Verónica Magario

Director General de Cultura y Educación

Flavia Terigi

Subsecretaria de Educación

Claudia Bracchi

Directora Provincial de Educación Superior

Carlos Grande

Director de Formación Docente Inicial

Daniel Siarra

Equipos de trabajo

Subdirección Curricular

Dirección de Formación Docente Inicial

Subdirección Curricular

Elisa Adriana Pinelli

Coordinación de la Serie

Guido Gualtieri y Elisa Adriana Pinelli

Equipo de trabajo

Guillermo Cutrera y Raúl Esteban Ithuralde

Diseño editorial y maquetación

Equipo de la Dirección Provincial de Comunicación

Índice

Actividades Experimentales de Ciencia y Tecnología Escolar II 5

Orientaciones para la enseñanza 7

Articulación con las líneas de formación 10

Bibliografía sugerida 10

Didáctica de la Química I 13

Orientaciones para la enseñanza 14

Articulación con las líneas de formación 16

Bibliografía sugerida 17

Química del Carbono 19

Orientaciones para la enseñanza 20

Núcleos problemáticos para estructurar secuencias
de enseñanza 22

Articulación con líneas de formación 22

Bibliografía sugerida 26

Fisicoquímica I 28

Orientaciones para la enseñanza 30

Núcleos problemáticos para estructurar secuencias
de enseñanza 32

Articulación con líneas de formación 33

Bibliografía sugerida 36

Química Inorgánica 37

Orientaciones para la enseñanza 39

Núcleos problemáticos para estructurar secuencias
de enseñanza 40

Articulación con líneas de formación 41

Química Ambiente y Sociedad 46

Orientaciones para la enseñanza 48

Bibliografía sugerida 52

Actividades Experimentales de Ciencia y Tecnología Escolar II

La unidad curricular Actividades Experimentales de Ciencia y Tecnología Escolar II, ubicada en el tercer año de la formación, representa una instancia clave para la profundización y la resignificación del rol de la experimentación en la enseñanza de la Química. Este taller cuatrimestral no solo da continuidad al trabajo iniciado en su homóloga de segundo año, sino que lo ancla decididamente en el campo disciplinar específico, dotando a las futuras y los futuros docentes de herramientas y reflexiones fundamentales para su práctica profesional.

El principal aporte de este espacio es invitar a una reflexión crítica sobre el lugar que ocupa la experimentación tanto en la producción del conocimiento químico como en la construcción del conocimiento en la ciencia escolar. Se busca trascender la visión del trabajo experimental como una mera receta a seguir, para posicionarlo como una potente estrategia didáctica que permite problematizar, indagar, modelizar y comunicar ideas científicas.

Este taller promueve el análisis crítico de la experimentación como recurso didáctico, explorando la planificación y ejecución de experiencias que integren teoría y práctica, y dando lugar a la revisión de enfoques tradicionales en pos de propuestas renovadas, inclusivas y contextualizadas. Su desarrollo implica avanzar en el diseño, la problematización y la selección de actividades experimentales como un momento de secuencias de enseñanza que contemplen la diversidad presente en todo grupo social (en este caso, de estudiantes del Nivel Secundario y de la formación docente), los desafíos de la cultura digital y los debates ambientales contemporáneos, dialogando con principios pedagógicos latinoamericanos y la realidad educativa bonaerense.

Los principales aportes de la unidad curricular se vinculan con la construcción de una mirada situada sobre la enseñanza de las ciencias naturales, el fortalecimiento de competencias profesionales para la gestión de actividades experimentales y la habilitación de espacios de reflexión colaborativa entre pares, consolidando trayectorias formativas que recuperan y resigni-

fican lo trabajado en años previos, y abren a nuevos desafíos en la articulación con instancias posteriores. Las finalidades formativas se encuentran referenciadas en el diseño curricular, orientando la metodología y las prácticas hacia la inclusión, la centralidad de la enseñanza y la perspectiva socio-cultural amplia promovida en la formación superior.

En este sentido, la unidad curricular se constituye como un nodo articulador dentro del diseño curricular, ya que:

- Retoma y profundiza saberes de “Química y la Actividad Experimental I y II”, consolidando una mirada progresiva y en espiral sobre la práctica experimental.
- Dialoga directamente con las unidades curriculares del mismo año, como “Química del Carbono”, “Química Inorgánica”, “Fisicoquímica I” y “Química, Ambiente y Sociedad”, al proponer el diseño de actividades experimentales que aborden los contenidos específicos de dichas materias.
- Se nutre de los marcos pedagógicos trabajados en “Didáctica de las Ciencias Naturales” y “Didáctica de la Química I”, aplicando los enfoques didácticos a la planificación concreta de Actividades de Ciencia y Tecnología Escolar (ACTE).
- Integra las líneas de formación transversales, al proponer una reflexión didáctica y epistemológica sobre las actividades experimentales desde una perspectiva de derechos, de género y de atención a la diversidad. Esto se materializa al abordar el diseño de adaptaciones para estudiantes con discapacidad y al tensionar los estereotipos de género en la organización del trabajo en el laboratorio.

Este espacio formativo trabaja la línea de formación sobre la centralidad de la enseñanza al enfocarse en el “saber cómo enseñar” a través de la experimentación. Se propone que las y los docentes en formación diseñen y analicen actividades realizables tanto en laboratorios como en aulas con recursos sencillos, e incluso fuera de la escuela (salidas de campo, ferias de ciencias), vinculando la enseñanza con las transformaciones sociales contemporáneas, como la cultura digital, al integrar herramientas como simuladores, laboratorios virtuales y aplicaciones para la adquisición de datos.

Finalmente, esta unidad curricular fortalece las prácticas de lectura, escritura y oralidad, entendiéndolas como constitutivas de la actividad científica escolar. Se promueve la escritura de

informes para distintos destinatarios, la construcción de guías de trabajo y la comunicación oral de resultados, herramientas indispensables para la futura práctica docente.

Orientaciones para la enseñanza

Este espacio, por su formato de taller, habilita un modo de trabajo centrado en el hacer reflexivo, donde la producción y el análisis de propuestas de enseñanza son el eje central. La organización de la cursada podría girar en torno a preguntas que interpelen las representaciones sobre la ciencia y la enseñanza, promoviendo un posicionamiento activo y crítico en las futuras y los futuros docentes.

Preguntas que pueden orientar el recorrido

Se sugiere iniciar el taller con interrogantes que actúen como disparadores y que puedan ser retomados a lo largo de toda la cursada:

- ¿Qué imagen de ciencia y de científica o científico se promueve (muchas veces sin querer) con las actividades experimentales propuestas?
- ¿Toda actividad práctica en el laboratorio es una actividad experimental? ¿Cómo se diferencia una “receta” de una verdadera indagación?
- ¿Cómo se puede diseñar actividades experimentales significativas cuando no se cuenta con un laboratorio equipado?
- ¿De qué manera el diseño de una práctica experimental puede ser una herramienta para la inclusión y para atender a la diversidad en el aula?
- ¿Qué lugar ocupan la lectura, la escritura y la oralidad antes, durante y después de un trabajo práctico?

Se propone, a modo de sugerencia, un recorrido organizado en tres núcleos problemáticos que avanzan desde la reflexión epistemológica hacia el diseño concreto y situado de propuestas de enseñanza.

Núcleo 1: Deconstruyendo la “caja negra” del trabajo experimental

El objetivo de este primer tramo es problematizar las concepciones espontáneas sobre el trabajo práctico.

- **Problema:** analizar críticamente guías de trabajos prácticos de libros de texto de secundaria. En grupos, se puede discutir: ¿qué rol se le asigna a cada estudiante (ejecutora o ejecutor, descubridora o descubridor, investigadora o investigador)? ¿Qué habilidades cognitivas y procedimentales se promueven? ¿Aparecen mujeres científicas? ¿Cómo se gestiona el error?
- **Actividad:** proponer la reescritura de una de esas guías “recetarias” para transformarla en una actividad de indagación, donde las y los estudiantes de secundaria deban tomar decisiones sobre el diseño.
- **Líneas de formación:** se aborda la centralidad de la enseñanza al reflexionar sobre el impacto de los materiales que se eligen. Se incorpora la perspectiva de género al analizar la representación de las ciencias y las científicas y los científicos en los recursos.

Núcleo 2: Diseñando Actividades de Ciencia y Tecnología Escolar (ACTE)

La propuesta es trabajar en un proyecto de diseño de una secuencia experimental completa.

- **Problema:** en grupos, seleccionar un contenido de una de las unidades curriculares de tercer año (Química del Carbono, Físicoquímica I, entre otras) y diseñar una secuencia de 2 o 3 actividades experimentales para abordar un aspecto de ese contenido en la escuela secundaria.
- **Fases del diseño:**
 1. **Justificación:** ¿por qué es relevante enseñar esto mediante la experimentación?
 2. **Diseño:** proponer preguntas investigables, hipótesis, variables, procedimientos, recursos (de laboratorio o de bajo costo) y normas de seguridad.
 3. **Integración tecnológica:** ¿cómo podría un simulador, un sensor o un video enriquecer la propuesta?
 4. **Evaluación:** ¿qué instrumentos se usarían para evaluar los aprendizajes?
- **Líneas de formación:** se pone en juego la cultura digital al pensar la integración de TIC. Se conecta con la perspectiva

ambiental si se eligen temas como tratamiento de aguas, polímeros, etcétera. Se materializa la articulación con las demás materias del campo específico.

Núcleo 3: La experimentación sin fronteras: aulas, patios y comunidad

Este núcleo busca ampliar la mirada sobre los escenarios posibles para la enseñanza experimental.

- **Problema:** ¿cómo diseñar una actividad de ciencia y tecnología que no requiera un laboratorio? Por ejemplo, investigar la corrosión de metales en diferentes puntos del patio de la escuela, construir un densímetro casero para analizar diferentes líquidos de uso cotidiano, o diseñar una salida de campo a una planta potabilizadora.
- **Actividad:** diseñar una guía de trabajo para una Feria de Ciencias escolar o un Club de Ciencias, pensando en cómo comunicar los procesos y resultados a un público diverso (familias, otras y otros estudiantes).
- **Reflexión sobre inclusión:** a partir de un caso simulado (por ejemplo, “una o un estudiante con baja visión en el grupo”), discutir y proponer adaptaciones concretas al diseño experimental para garantizar una participación real y significativa.
- **Líneas de formación:** se fortalece el vínculo con la perspectiva latinoamericana al pensar en una ciencia escolar situada y con recursos accesibles. Se abordan de manera directa las transformaciones sociales contemporáneas al trabajar explícitamente sobre la inclusión y la diversidad funcional.

Problemas orientadores (ejemplos)

- ¿Es posible diseñar una experiencia sobre cambios químicos con materiales de bajo coste y fácil provisión? ¿Qué desafíos se presentan?
- ¿Cómo analizar críticamente la construcción de datos y su interpretación en el laboratorio escolar, reconociendo incertidumbres?
- ¿De qué modo los conflictos ambientales locales pueden usarse como eje para organizar secuencias experimentales significativas?

- ¿Qué barreras (de género, tecnológicas, culturales) aparecen en el diseño y desarrollo de propuestas experimentales, y cómo pueden ser abordadas?

Articulación con las líneas de formación

Estas orientaciones ponen en diálogo la centralidad de la enseñanza, la integración de perspectivas ambientales, de género y cultura digital, y una mirada situada en problemas y necesidades del territorio, recuperando saberes previos y anticipando articulaciones con el cuarto año.

Esta unidad curricular dialoga directamente con los saberes construidos en años anteriores y sienta las bases para la práctica profesional futura. En primer año, la unidad curricular “Actividades Experimentales de Ciencia y Tecnología Escolar I” introdujo el enfoque de experimentación escolar como espacio de construcción de conocimiento, problematizando el rol del experimento en la enseñanza de las ciencias naturales, el análisis de recursos materiales básicos y el vínculo entre fenómenos macroscópicos y modelos explicativos escolares. En segundo año, a través de espacios compartidos con Física y Biología, se trabajó sobre la construcción del área de Ciencias Naturales, la didáctica específica del área y el análisis de enfoques de enseñanza, recuperando saberes sobre experimentación desde miradas críticas, interdisciplinarias y contextualizadas en problemas sociocientíficos.

En tercer año, “Actividades Experimentales de Ciencia y Tecnología Escolar II” profundiza estas perspectivas centrando el trabajo en la especificidad de la química como disciplina, la selección y diseño autónomo de actividades experimentales con intencionalidad pedagógica definida, la integración plena de recursos digitales, y el abordaje de situaciones experimentales tanto dentro como fuera del laboratorio, con especial atención a la accesibilidad, la perspectiva de género y los debates ambientales contemporáneos.

Los saberes aquí construidos son un insumo indispensable para la **“Práctica Docente III”** y la **“Residencia Pedagógica”**. La capacidad de diseñar, fundamentar, implementar y evaluar secuencias experimentales será una de las competencias centrales que las y los futuros docentes pondrán en juego en sus primeras experiencias áulicas autónomas.

Bibliografía sugerida

La selección bibliográfica debe entenderse como flexible y abierta, invitando a docentes y equipos a enriquecerla desde la práctica y la reflexión situada. Se recomienda, además, consultar revistas nacionales de didáctica de las ciencias, materiales del ámbito provincial y producciones institucionales locales que aporten experiencias y enfoques diversificados.

Adúriz-Bravo, A., Quintero, G. C. A., Pujalte, A. P., & Alzate, Ó. E. T. (2023). "Concepciones de enseñanza sobre la naturaleza de la ciencia: Obstáculos epistemológicos que aparecen en el profesorado de ciencias". *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, 4, e023004.

Este artículo resulta pertinente para identificar y analizar las concepciones que las futuras y los futuros docentes traen sobre la ciencia. Permite anticipar y trabajar sobre los obstáculos epistemológicos que suelen impedir un abordaje más crítico y reflexivo del trabajo experimental en el aula.

Galagovsky, L. (Coord.). (2008). *¿Qué tienen de "naturales" las ciencias naturales?* Biblos.

Compila artículos que problematizan la enseñanza de las ciencias desde diversas aristas, incluyendo la experimentación y el uso de modelos, fundamentales para la reflexión en el taller.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.

Un artículo clásico que cuestiona los fines del trabajo práctico tradicional y propone alternativas para hacerlo cognitivamente más potente, alineándose con el espíritu de esta unidad curricular.

Ministerio de Educación de la Nación. (2012). *Serie Cuadernos de ESI: Programa Nacional de Educación Sexual Integral*.

Los cuadernos para la educación secundaria son un recurso insoslayable para pensar cómo transversalizar la perspectiva de género y de derechos en la planificación de las clases y, específicamente, en el diseño de las actividades experimentales.

Walsh, C. (2009). Interculturalidad crítica y pedagogía de-colonial. En W. Mignolo (Comp.), *Pedagogías de-coloniales: Prácticas insurgentes de resistir, (re)existir y (re)vivir* (pp. 27-32). El Signo.

Se sugiere la consulta regular de las siguientes revistas, ya que ofrecen de forma periódica artículos con secuencias didácticas, experiencias de aula y reflexiones teóricas de gran utilidad y actualidad para la formación docente.

Revista Educación Química (Universidad Nacional Autónoma de México).

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.
Universidad de Cádiz.

Didáctica de la Química I

Didáctica de la Química I se sitúa en tercer año como un espacio que recupera debates sostenidos en Didáctica de las Ciencias Naturales de segundo año y que se articula fuertemente con Práctica Docente III. Así, el trabajo en Didáctica de la Química I, con acento en la programación de la enseñanza de la disciplina y la evaluación de la enseñanza y el aprendizaje, profundiza el trabajo iniciado en Didáctica de las Ciencias Naturales sobre enfoques de enseñanza, la prescripción curricular sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales y el aula de Ciencias Naturales y en Actividades Experimentales de Ciencia y Tecnología Escolar I respecto a la experimentación escolar.

Las finalidades formativas que se describen en el Diseño Curricular dan cuenta de una búsqueda de acercamiento a la enseñanza de la Química desde la acción docente de planificación. Para ello, este espacio pretende, en primer lugar, evidenciar y problematizar de forma contextualizada, en el trabajo de planificación y los supuestos inherentes a los diferentes modelos didácticos abordados en la asignatura. Se busca superar enfoques tecnocráticos de la enseñanza de la Química, valorando la enseñanza como tarea fundamental dentro del trabajo docente de las profesoras y los profesores, a la vez que enmarcándola en los territorios escolares y las actuales aulas de Química bonaerenses. Como consecuencia, es fundamental la relación con la Práctica Docente.

Así es que esta asignatura propicia el análisis crítico y situado sobre estrategias de enseñanza de la Química, entendiendo que no pueden ser comprendidas en el vacío o vinculadas a aulas ideales, sino como parte de intervenciones docentes en contextos concretos. Además, se busca que dichas intervenciones que se busca se realicen apoyadas en el Conocimiento Disciplinar del Contenido y el Conocimiento Didáctico del Contenido. De esta forma, Didáctica de la Química I es un espacio que permite la articulación entre los tres campos formativos y, dentro del Campo de Formación Específica, entre sus tres ejes (Conocimiento en Química y sobre la Química –ya que el conocimiento disciplinar y sobre la disciplina es fundamental para planificar–, el conocimiento Químico en el contexto de las Ciencias Naturales –que permite proyectar la enseñanza de los fenómenos de manera multidisciplinar o interdisciplinar– y la enseñanza de la Química en relación con las demás disciplinas de las Ciencias Naturales).

Orientaciones para la enseñanza

La programación de la enseñanza de la Química aparece como un eje central de la asignatura. Una cuestión importante es trabajar en torno a diferentes escalas temporales de la programación de la enseñanza. Así, a la hora de construir una planificación anual cabría preguntarse: ¿desde qué enfoque de enseñanza se posiciona quien construye esta planificación? ¿Cuáles son las grandes finalidades educativas que guían esa planificación anual y cuáles son los objetivos de las unidades didácticas? ¿Cómo se jerarquizan entre sí los contenidos prescritos en el Diseño Curricular –como parte del proceso de selección y construcción de contenidos– en coherencia con ese enfoque de enseñanza y sus finalidades educativas?, ¿de qué modo se secuencian esos contenidos ya (re) jerarquizados, entendiendo que el orden en que aparecen en el Diseño no es el único posible ni es prescriptivo? ¿Hay otras maneras de organizar temporalmente los contenidos presentes en el Diseño Curricular?, ¿cuáles? ¿Qué ventajas, desventajas y desafíos ofrecen esas otras maneras? ¿Cómo se expresan los criterios de justicia curricular, contextualización y perspectiva situada en este proceso de interpretación curricular que es parte de toda planificación? ¿Cómo se pueden hacer presentes temáticas transversales como la Educación Sexual Integral y la Educación Ambiental Integral en esa planificación anual? Estos interrogantes pueden guiar procesos de producción de planificaciones anuales para espacios curriculares de Química en tanto labor donde se articula la teoría y la práctica. Es importante apoyarse en las herramientas de escritura de fundamentaciones pedagógico-didácticas abordadas en Didáctica de las Ciencias Naturales de segundo año, a fin de profundizar aquí sobre la escritura de argumentaciones que fundamenten las decisiones tomadas –en parte, respuesta a las preguntas anteriores– a la hora de generar esa planificación anual.

Habiendo realizado una planificación anual y secuenciado contenidos agrupados en diferentes unidades didácticas, es posible también trabajar sobre la planificación de estas últimas –o al menos alguna de ellas–, donde surge la pregunta: ¿cómo contextualizamos los contenidos de esta unidad didáctica? Allí es importante articular conceptualizaciones sobre la enseñanza contextualizada –atravesada de forma transversal por algún contexto– que diferencie esta perspectiva de la ejemplificación y que también dé cuenta de la valorización de los contenidos de

Ciencias Naturales a la hora de enseñarlos en articulación con problemas que se construyen a partir de un contexto concreto.

En el contexto de la planificación de una unidad didáctica, se pueden abordar y problematizar estrategias y problemáticas características de la enseñanza de la Química, entre otras: los saberes puestos en juego en situaciones de enseñanza de la Química; el trabajo con problemas, modelos y analogías; el hablar, leer y escribir en Química; la experimentación escolar en las clases de Química; la Naturaleza de las Ciencias. De esta manera, no se realiza una labor sobre estas estrategias de forma descontextualizada, sino en el marco de una reflexión sobre las formas de enseñar el conjunto de contenidos construidos para dicha unidad didáctica.

En la planificación de una unidad didáctica es necesario definir objetivos (de enseñanza y aprendizaje) y tomar una decisión respecto a la o las estrategias generales que orientarán su planificación. ¿Será la modelización, un proyecto integrado, el trabajo con problemas, actividades de experimentación escolar –u otras trabajadas en la asignatura–? Resulta fundamental tener en cuenta que las estrategias seleccionadas deben ser coherentes con el enfoque de enseñanza, su modelo docente y los objetivos que se propusieron para la unidad didáctica. La reflexión conjunta de ambos aspectos permite darle coherencia a diferentes componentes de la programación de la enseñanza. La evaluación de la enseñanza y del aprendizaje debe estar en coherencia con esos objetivos y el diseño metodológico: es necesario evaluar de acuerdo a lo que fue enseñado y a cómo fue enseñado.

Por último, en la escala temporal más corta, se pueden planificar secuencias didácticas que sean una clase dentro de esa unidad didáctica –que forma parte de la planificación anual anteriormente trabajada–. De este modo, en esa clase hay que definir qué estrategias de enseñanza, recursos y materiales didácticos se utilizarán, construir los propósitos y diseñar las actividades que se propondrán y estimar tiempos para cada una (en función también de la jerarquización de contenidos y herramientas trabajados en cada una de ellas).

Algunas preguntas pueden ayudar a dar coherencia a estas formulaciones son:

- ¿Cómo se vinculan las finalidades educativas del enfoque de enseñanza elegido y los objetivos de la unidad didáctica?

- ¿Qué modelos de ciencia escolar se pretende trabajar y de qué manera se busca que las y los estudiantes se apropien de ellos?
- ¿De qué forma las actividades elegidas permiten alcanzar los objetivos propuestos?
- ¿Qué imagen de la ciencia se construye en la planificación y qué se busca problematizar sobre la representación de las y los estudiantes sobre las Ciencias Naturales y la Química?
- ¿Cómo se aborda el trabajo con problemas y la experimentación escolar?, ¿de qué forma el enfoque de enseñanza elegido ayudó a diseñar actividades que se basan en esas estrategias?
- ¿Cómo se trabaja, si se lo hace, la Educación Sexual Integral, la Educación Ambiental Integral y la cultura digital?
- ¿Cómo se plantea evaluar la propia práctica de enseñanza? ¿En qué grado las evaluaciones sobre los aprendizajes se dirigen a los objetivos propuestos en la planificación y son coherentes con las formas en que los contenidos fueron enseñados?

Las orientaciones desarrolladas pueden articularse con otras propuestas, tales como:

- desarrollar “salidas didácticas” a espacios educativos diversos que dé cuenta de la heterogeneidad de contextos en que se enseña Química en el Nivel Secundario,
- realizar observaciones en clases de Química cuyos registros sean analizados y problematizados en función de los ejes conceptuales de cada espacio curricular,
- compartir la producción de planificaciones de secuencias didácticas que sean utilizadas para la realización de microexperiencias en la Práctica Docente III y luego reflexionar sobre las mismas en diferentes formatos (ateneos, escritos, grupos de debate entre pares, etcétera),
- analizar planificaciones ajenas y registros de escenas de enseñanza de la Química en el Nivel Secundario.

Articulación con las líneas de formación

Estas orientaciones ponen en diálogo la centralidad de la enseñanza, la integración de perspectivas ambientales, de género

y cultura digital, y una mirada situada en problemas y necesidades del territorio, recuperando saberes previos, vinculándose con la Práctica Docente III y anticipando articulaciones con el cuarto año.

Bibliografía sugerida

La selección bibliográfica debe entenderse como flexible y abierta, invitando a docentes y equipos a enriquecerla desde la práctica y la reflexión situada. Se recomienda, además, consultar revistas nacionales de didáctica de las ciencias, materiales del ámbito provincial y producciones institucionales locales que aporten experiencias y enfoques diversificados.

Adúriz-Bravo, A., Quintero, G. C. A., Pujalte, A. P., & Alzate, Ó. E. T. (2023). Concepciones de enseñanza sobre la naturaleza de la ciencia: Obstáculos epistemológicos que aparecen en el profesorado de ciencias. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, 4, e023004.

Este artículo resulta de gran pertinencia para identificar y analizar las concepciones que las futuras y los futuros docentes traen sobre la ciencia. Permite anticipar y trabajar sobre los obstáculos epistemológicos que suelen impedir un abordaje más crítico y reflexivo del trabajo experimental en el aula.

Bermúdez, G. M. Á. (2022). Cuando el objeto de aprendizaje es la enseñanza. La co-enseñanza en una comunidad de aprendizaje para la formación docente inicial en una didáctica específica. *Praxis educativa*, 26(2), 159–184.

Este trabajo da cuenta de estrategias para la enseñanza de la Didáctica de las Ciencias Naturales.

Caamaño, Aureli. (2018). Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación química*, 29(1), 21-54. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63686>

Este trabajo da cuenta de diversas perspectivas desde las cuales se ha propuesto contextualizar la enseñanza de la Química en diferentes lugares de América y Europa occidental. Puede ser útil para trabajar sobre Diseños Curriculares que proponen una enseñanza contextualizada.

Cordero, S., & Dumrauf, A. G. (2017). Enseñanza de las Ciencias Naturales, ideas previas y saberes de estudiantes: su consideración y abordaje en las situaciones didácticas. *Trayectorias universitarias*, 3(5), 3-0.

En este trabajo se realiza un recorrido histórico sobre cómo la Didáctica de las Ciencias Naturales ha considerado a los saberes de las y los estudiantes y se discuten estrategias sobre cómo se ha trabajado con y sobre esos saberes a lo largo del tiempo.

Ministerio de Educación de la Nación. (2012). *Serie Cuadernos de ESI: Programa Nacional de Educación Sexual Integral*.

Los cuadernos para la educación secundaria son un recurso insoslayable para pensar cómo transversalizar la perspectiva de género y de derechos en la planificación de las clases y, específicamente, en el diseño de las actividades experimentales.

Ottogalli, M. E., & Bermúdez, G. M. A. (2024). Conocimiento didáctico del contenido de formadores de profesores sobre didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 42(3), 55–74.

Este trabajo da cuenta de algunas nociones que han construido estudiantes de profesorado sobre la Didáctica de las Ciencias Naturales y puede ser de utilidad a la hora de pensar en qué cuestiones focalizarse y anticipar posibles respuestas a las actividades propuestas.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En F. J. Perales Palacios & P. Cañal de León (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 239–276). Marfil.

Un texto clásico acerca de cómo programar la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Se sugiere la consulta regular de las siguientes revistas, ya que ofrecen de forma periódica artículos con secuencias didácticas, experiencias de aula y reflexiones teóricas actualizadas para la formación docente.

Revista Educación Química (Universidad Nacional Autónoma de México).

Revista Educación en la Química (Asociación de Educadores de Química de la República Argentina).

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Universidad de Cádiz.

Química del Carbono

La unidad curricular Química del Carbono, ubicada en el tercer año de la carrera, propone un recorrido anual por el vasto campo de la química orgánica, entendida no sólo como un cuerpo de conocimientos disciplinares, sino fundamentalmente como un modo particular de pensar, representar y modelizar las transformaciones de la materia. Lejos de reducirse a una acumulación enciclopédica de grupos funcionales y nomenclaturas, este espacio busca formar profesoras y profesores capaces de reconocer la lógica interna que articula estructura molecular, propiedades físicas y reactividad química.

El valor formativo de esta unidad reside en su capacidad de articular tres dimensiones inseparables: la comprensión conceptual de los modelos estructurales del carbono y sus derivados; el desarrollo de habilidades para establecer relaciones entre niveles macroscópico y submicroscópico; y la construcción de criterios didácticos para transponer estos saberes al aula de educación secundaria. En este sentido, se espera que las y los estudiantes transiten desde el reconocimiento de patrones estructurales hacia la comprensión de mecanismos reactivos, integrando permanentemente la pregunta por el “cómo enseñar” estos contenidos en contextos escolares reales.

Un aporte distintivo de Química del Carbono es su mirada sobre la química orgánica como conocimiento situado históricamente y con implicancias sociales, ambientales y económicas concretas. Abordar los compuestos orgánicos desde sus múltiples dimensiones –su presencia en sistemas biológicos, su rol en procesos industriales, su impacto ambiental como contaminantes o como alternativas sustentables– permite superar visiones abstractas o exclusivamente academicistas de la disciplina. Esta perspectiva habilita el trabajo con problemas auténticos: desde la comprensión de procesos bioquímicos cotidianos hasta el análisis crítico de la química de polímeros sintéticos, pasando por debates actuales sobre la química verde y la sustentabilidad.

La unidad se inscribe en una trayectoria formativa que viene construyéndose desde primer año. Retoma y complejiza conceptos trabajados previamente sobre enlace químico, geometría molecular e interacciones intermoleculares, ahora aplicados específicamente a sistemas orgánicos de creciente complejidad.

Simultáneamente, sienta bases sólidas para unidades posteriores donde se profundizará en bioquímica, procesos ambientales y aplicaciones tecnológicas de la química orgánica.

Desde las líneas de formación del diseño curricular, esta unidad materializa la centralidad de la enseñanza al promover permanentemente la doble conceptualización: aprender química orgánica implica simultáneamente aprender a enseñarla, reflexionando sobre obstáculos epistemológicos, recursos didácticos pertinentes y estrategias de modelización adecuadas para el Nivel Secundario. Las transformaciones sociales contemporáneas atraviesan la unidad al incorporar herramientas digitales para la visualización molecular tridimensional, al problematizar cuestiones ambientales vinculadas a contaminantes orgánicos persistentes, y al integrar perspectivas de género al visibilizar científicas que contribuyeron al desarrollo de la química orgánica.

Finalmente, la construcción desde América Latina se expresa al contextualizar ejemplos y problemas en realidades productivas, sanitarias y ambientales regionales y locales, reconociendo saberes y desarrollos científico-tecnológicos propios.

Orientaciones para la enseñanza

Esta unidad anual ofrece oportunidades formativas para construir conocimientos sobre la estructura, propiedades y reactividad de compuestos orgánicos en estrecha vinculación con la reflexión didáctica necesaria para su posterior enseñanza en el Nivel Secundario. El desafío reside en transitar estos contenidos superando miradas fragmentarias o exclusivamente memorísticas, instalando, en cambio, un pensamiento relacional que permita conectar fenómenos macroscópicos con interpretaciones a nivel molecular, y ambos con contextos sociales, tecnológicos y ambientales concretos.

Interrogantes para orientar el trabajo docente

Se sugiere que estos interrogantes atraviesen toda la cursada, retomándose en diferentes momentos como ejes de reflexión permanente:

- ¿Qué lugar ocupan los modelos de representación en la construcción del pensamiento químico orgánico? Las fórmulas estructurales, proyecciones de Newman, Fischer, modelos

tridimensionales no son meras notaciones, sino herramientas epistémicas que permiten pensar relaciones espaciales, predecir reactividad y comunicar ideas. ¿Cómo enseñar estas representaciones como instrumentos de pensamiento y no como códigos arbitrarios a memorizar?

- ¿Cómo superar la falsa dicotomía entre “química inorgánica” y “química orgánica”? Ambos campos comparten principios fundamentales (termodinámica, cinética, enlace químico, equilibrio). ¿De qué manera se puede enfatizar continuidades conceptuales sin invisibilizar especificidades? ¿Qué aporta el estudio del carbono y sus compuestos a la comprensión de la química en general?
- ¿Qué significa pensar la química orgánica desde perspectivas de sustentabilidad? Los debates sobre polímeros sintéticos versus biopolímeros, solventes verdes, eficiencia atómica, energías renovables y diseño molecular no tóxico interpelan directamente el campo. ¿Cómo incorporar estas problemáticas sin caer en moralismos simplificadores? ¿Qué herramientas conceptuales necesitan las y los estudiantes para analizar críticamente estas cuestiones?
- ¿Qué obstáculos epistémicos enfrentan las y los estudiantes secundarios al abordar química orgánica? La isomería, la resonancia, los mecanismos de reacción, la tridimensionalidad molecular, la relación estructura-propiedades constituyen conceptos complejos que requieren altos niveles de abstracción. ¿Cómo anticipar dificultades desde la formación inicial? ¿Qué estrategias didácticas favorecen construcciones conceptuales robustas?
- ¿De qué modos la química orgánica puede enseñarse contextualizadamente en realidades latinoamericanas? ¿Qué ejemplos, problemáticas, desarrollos científico-tecnológicos regionales pueden funcionar como anclajes para contenidos habitualmente presentados de modo descontextualizado? ¿Cómo visibilizar científicas y científicos de Latinoamérica que contribuyeron al desarrollo del campo?
- ¿Cómo integrar críticamente herramientas digitales en la enseñanza de química orgánica? *Software* de modelado molecular, simuladores de reacciones, bases de datos espectroscópicas en línea, laboratorios virtuales pueden enriquecer significativamente la enseñanza. ¿Cuándo son pertinentes? ¿Qué criterios guían su selección? ¿Cómo evitar que se conviertan en meros “entretenimientos” sin potencia formativa?

Núcleos problemáticos para estructurar secuencias de enseñanza

1. **Grupos funcionales como clave de interpretación:** explorar cómo la presencia de determinados grupos funcionales determina patrones de reactividad, propiedades físicas y aplicaciones tecnológicas. Analizar familias de compuestos (alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, aminas) no como listados aislados, sino como sistemas relacionados por transformaciones químicas posibles.
2. **Isomería y diversidad molecular:** abordar la isomería como fenómeno central que explica la enorme diversidad de compuestos orgánicos a partir de combinaciones limitadas de elementos. Trabajar con diferentes tipos de representaciones (planas, tridimensionales, proyecciones de Fischer o Newman) y reflexionar sobre su valor heurístico en la construcción de conocimiento químico.
3. **Mecanismos de reacción como narrativas químicas:** comprender los mecanismos no como secuencias a memorizar, sino como relatos que explican el “cómo” ocurren las transformaciones químicas. Distinguir entre reacciones concertadas y por etapas, identificar intermediarios, comprender factores que afectan velocidades y equilibrios.
4. **Química orgánica en contextos biológicos y alimenticios:** analizar biomoléculas (carbohidratos, aminoácidos, lípidos) desde su estructura y reactividad, vinculándolas con procesos metabólicos, nutricionales e industriales (producción alimentaria, farmacología). Problematizar aplicaciones como gelificación, emulsificación o conservación desde criterios químicos y sanitarios.
5. **Análisis y síntesis orgánica escolar:** diseñar experiencias de laboratorio escolar que permitan sintetizar compuestos sencillos, caracterizarlos mediante ensayos cualitativos o técnicas cromatográficas básicas, y reflexionar sobre la relación entre procedimientos de laboratorio profesional y propuestas experimentales escolares.

Articulación con líneas de formación

Centralidad de la enseñanza: cada contenido abordado debe interpelarse simultáneamente desde su lógica disciplinar y desde su potencial didáctico. ¿Cómo transformar el conocimiento

sobre reactividad química en propuestas accesibles para estudiantes secundarios? ¿Qué recursos didácticos favorecen la comprensión profunda y no la mera repetición?

Perspectiva ambiental: incorporar debates sobre contaminantes orgánicos persistentes (POPs), plásticos y microplásticos, biopolímeros versus polímeros sintéticos, química verde y procesos de remediación. Analizar críticamente el rol de la química orgánica en modelos productivos extractivistas versus alternativas sustentables.

Perspectiva de género: visibilizar aportes de científicas al desarrollo histórico de la química orgánica. Problematicar usos androcéntricos del lenguaje científico. Reflexionar sobre desigualdades de género en carreras científicas y tecnológicas vinculadas a química.

Construcción situada desde América Latina: contextualizar ejemplos en industrias regionales (petroquímica, agroindustria, farmacéutica), problemáticas ambientales locales (agrotóxicos, contaminación hídrica por efluentes industriales) y desarrollos científico-tecnológicos latinoamericanos en química orgánica.

Cultura digital: utilizar *software* de modelado molecular (*open source* o gratuito) para representar estructuras tridimensionales y simular movimientos moleculares. Emplear bases de datos químicas en línea para búsqueda bibliográfica y análisis espectroscópico virtual. Diseñar actividades colaborativas mediadas por plataformas digitales.

Trayectoria formativa: continuidades y complejizaciones

La unidad Química del Carbono establece vínculos fuertes con espacios formativos transitados en primer y segundo año. Desde “Química y la Actividad Experimental I”, se recuperan conceptos estructurantes como el carácter particulado de la materia, las relaciones estructura-propiedades y las interacciones materia-energía, ahora aplicados específicamente al universo de los compuestos orgánicos. Los modelos de enlace químico, geometría molecular y fuerzas intermoleculares trabajados previamente adquieren nuevas dimensiones al abordar la diversidad estructural característica de las moléculas orgánicas.

En “Química y la Actividad Experimental II” se introdujeron conceptos de cinética, equilibrio químico y termodinámica que en este espacio se movilizan para comprender mecanismos de reacción orgánica, estabilidad de intermediarios y control termo-

dinámico versus cinético en transformaciones orgánicas. Las nociones sobre ácido-base trabajadas en sistemas inorgánicos se complejizan al analizar acidez y basicidad en compuestos orgánicos considerando efectos inductivos, resonancia e hibridación.

El trabajo experimental iniciado en años anteriores se profundiza mediante técnicas específicas de química orgánica: purificación por recristalización y extracción, uso de cromatografías sencillas, ensayos de identificación de grupos funcionales. La reflexión sobre actividades experimentales escolares continúa incorporando criterios específicos del campo orgánico.

Los conocimientos construidos en esta unidad sientan bases indispensables para recorridos posteriores. En cuarto año, espacios como “Bioquímica” requieren dominio de estructuras y reactividad de biomoléculas trabajadas aquí: carbohidratos, aminoácidos, lípidos, sus transformaciones y funciones biológicas. La comprensión de mecanismos de reacción resulta fundamental para abordar procesos metabólicos, rutas biosintéticas y degradativas.

Asimismo, unidades como “Química Analítica” o aquellas vinculadas a tecnología química demandan comprensión de propiedades físicas y químicas de compuestos orgánicos, técnicas de separación, purificación e identificación estructural mediante métodos espectroscópicos introducidos en este espacio.

La “Residencia Pedagógica” de cuarto año constituirá la instancia de puesta en juego integral de todo lo construido: allí, el desafío será transponer didácticamente contenidos de química orgánica en propuestas de enseñanza fundamentadas, situadas y pertinentes para estudiantes del Nivel Secundario.

Diálogos horizontales: articulaciones en tercer año

Esta unidad se entrelaza productivamente con otros espacios del mismo año. “Química Inorgánica” ofrece marcos comparativos valiosos: contrastar propiedades de compuestos orgánicos e inorgánicos enriquece la comprensión de ambos campos, evidenciando similitudes (tipos de enlace, geometrías moleculares) y diferencias (reactividad característica, temperaturas de fusión/ebullición, solubilidad).

Con “Fisicoquímica I” se comparten problemáticas sobre termodinámica y cinética de reacciones aplicadas ahora a sistemas orgánicos específicos. El análisis termodinámico de trans-

formaciones orgánicas, el estudio de velocidades de reacción y factores que las afectan, constituyen puntos de encuentro entre ambas unidades.

“Química, Ambiente y Sociedad” interpela a Química del Carbono desde problemas socioambientales concretos vinculados a compuestos orgánicos: contaminantes orgánicos persistentes, plásticos y microplásticos, química de agrotóxicos, biopolímeros como alternativas sustentables. Este diálogo habilita contextualizaciones socialmente relevantes para la enseñanza.

“Didáctica de la Química I” constituye el espacio privilegiado donde se sistematizan criterios didácticos para planificar, fundamentar e implementar secuencias de enseñanza que integren contenidos de química orgánica. Allí se problematizan obstáculos epistemológicos típicos del aprendizaje de química orgánica, se analizan recursos didácticos específicos y se diseñan propuestas atentas a diversidades estudiantiles.

“Actividades Experimentales de Ciencia y Tecnología Escolar II” ofrece un ámbito para diseñar, ensayar y reflexionar sobre actividades experimentales escolares vinculadas específicamente a química orgánica, considerando materiales accesibles, seguridad, pertinencia didáctica e integración de recursos digitales.

Vínculos con el Campo de la Práctica Docente

Esta unidad ofrece al Campo de la Práctica Docente III contenidos disciplinares específicos sobre química orgánica que pueden ser objeto de propuestas de enseñanza durante las prácticas de aula del tercer año. Las futuras profesoras y los futuros profesores podrán diseñar, implementar y evaluar secuencias didácticas sobre nomenclatura orgánica, isomería, grupos funcionales o biomoléculas en contextos escolares reales, ejercitando la transposición didáctica y enfrentando desafíos concretos de la enseñanza situada.

Recíprocamente, Química del Carbono se nutre de saberes contruidos en prácticas previas. Las observaciones realizadas en escuelas secundarias durante años anteriores proveen insumos valiosos: ¿qué contenidos de química orgánica aparecen en los diseños curriculares escolares? ¿Cómo son abordados por docentes co-formadoras y co-formadores? ¿Qué dificultades manifiestan las y los estudiantes? ¿Qué recursos didácticos se emplean? ¿Qué características tienen los laboratorios escolares y qué actividades experimentales resultan viables?

Estos registros y reflexiones permiten contextualizar el aprendizaje disciplinar, dotándolo de sentido profesional. No se trata solo de aprender química orgánica sino de aprender a enseñarla, reconociendo condiciones institucionales, particularidades de las y los estudiantes, recursos disponibles y desafíos pedagógicos específicos de este campo de conocimiento.

Bibliografía sugerida

Anastas, P., & Warner, J. (1998). *Green chemistry: Theory and practice*. Oxford University Press.

Brun, J. B., & Cousillas, G. (2014). Explicaciones, mecanismos y reacciones químicas: Análisis epistemológico de prácticas en química orgánica. *Metatheoria*, 5(1), 51–73.

Analiza los mecanismos de reacción como actividades de generación de modelos causales que explican el proceder diacrónico de reacciones orgánicas. Examina el carácter intervencionista de estas prácticas y su valor explicativo más allá del modelo nomológico-deductivo.

Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 21–34.

Estrategias didácticas específicas para química.

Galagovsky, L. (Coord.). (2008). *¿Qué tienen de “naturales” las ciencias naturales?* Biblos.

Aportes epistemológicos y didácticos para repensar la enseñanza de las ciencias.

García, J. E. (2004). *Educación ambiental, constructivismo y complejidad*. Díada.

Marco teórico para integrar perspectiva ambiental en ciencias.

Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45–59.

Trabajo de investigación en el que se problematiza la experimentación en la enseñanza de las ciencias.

Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental*. Siglo XXI Editores.

Texto de referencia sobre el pensamiento latinoamericano sobre ambiente y conocimiento.

McMurry, J. (2012). *Química orgánica*. Cengage Learning.

Texto de referencia clásico con enfoque en mecanismos de reacción y aplicaciones biológicas.

Fisicoquímica I

La unidad curricular Fisicoquímica I se constituye como un espacio formativo de particular relevancia en el recorrido de las futuras profesoras y los futuros profesores de química. Durante el tercer año de la carrera, quienes cursan esta asignatura anual se encuentran transitando simultáneamente otras materias disciplinares –Química del Carbono; Química Inorgánica; Química, Ambiente y Sociedad– y espacios específicamente orientados a la enseñanza. En ese cruce, Fisicoquímica I aparece como una propuesta que obliga a desplazar la mirada hacia otro tipo de preguntas: aquellas que interrogan por las transformaciones energéticas, por la dirección temporal de los procesos químicos, por los límites de lo posible y lo espontáneo en el universo de las reacciones.

No se trata simplemente de agregar un nuevo conjunto de contenidos al repertorio disciplinar de las futuras y los futuros docentes. Lo que esta materia propone es habitar un modo distinto de pensar lo químico, uno que dialoga intensamente con la física y con la matemática, pero que conserva su especificidad al estar siempre anclado en fenómenos materiales concretos: la combustión, la corrosión, las pilas electroquímicas, las transformaciones biológicas, los procesos industriales. Termodinámica y cinética química constituyen los dos grandes campos conceptuales que organizan el recorrido, ofreciendo herramientas para comprender no solo qué ocurre cuando las sustancias reaccionan, sino también por qué ocurre, en qué condiciones, a qué velocidad y con qué consecuencias energéticas.

La perspectiva fisicoquímica resulta especialmente valiosa en la formación docente por su capacidad para problematizar conceptualizaciones espontáneas que frecuentemente naturalizan lo observable. ¿Por qué algunas reacciones ocurren espontáneamente y otras requieren aportes externos de energía? ¿Por qué ciertos equilibrios se desplazan con cambios de temperatura o presión? ¿Qué determina que una transformación sea rápida o lenta? Estas preguntas, que atraviesan múltiples contenidos del currículum escolar, encuentran respuestas fundamentadas en los marcos teóricos que esta unidad despliega. Más aún, habilitan miradas críticas sobre simplificaciones frecuentes en la enseñanza: la idea de que las reacciones químicas “se completan”, la omisión de consideraciones energéticas al explicar transformaciones o la falta de articulación entre aspectos termodinámicos y cinéticos.

Asimismo, esta unidad curricular contribuye de manera sustancial al desarrollo del razonamiento cuantitativo aplicado a sistemas químicos. Las leyes de la termodinámica, las ecuaciones de velocidad de reacción o las expresiones de constantes de equilibrio exigen un tipo de razonamiento cuantitativo que enriquece notablemente la comprensión de los fenómenos. Pero aquí aparece también un desafío didáctico central: ¿cómo transitar el formalismo matemático sin perder de vista los referentes materiales? ¿Cómo enseñar ecuaciones sin vaciarlas de sentido químico? Estas tensiones atraviesan la unidad curricular y anticipan problemáticas que las futuras profesoras y los futuros profesores enfrentarán en sus propias aulas.

Fisicoquímica I se inserta en una trayectoria formativa que viene construyéndose desde los primeros años. Retoma conceptos trabajados previamente sobre energía, sistemas o variables de estado, y que ahora adquieren densidad teórica y potencia explicativa inéditas. Las nociones de equilibrio químico, ya abordadas en materias anteriores, se fundamentan rigurosamente mediante termodinámica. Los conceptos de velocidad de reacción, catalización y mecanismos reactivos dialogan estrechamente con lo que se está trabajando simultáneamente en Química del Carbono. Todo esto prepara el terreno para desarrollos ulteriores: Fisicoquímica II en cuarto año profundizará en electroquímica, fenómenos de superficie, propiedades coligativas; mientras que espacios como Bioquímica requerirán solvencia en termodinámica de sistemas biológicos y cinética enzimática.

Desde las líneas de formación que vertebran el diseño curricular, esta unidad interpela de múltiples maneras. La centralidad de la enseñanza se manifiesta en la necesidad constante de preguntarse cómo transponer contenidos abstractos y formalizados a propuestas accesibles para estudiantes del Nivel Secundario, sin traicionar la complejidad conceptual. Las transformaciones sociales contemporáneas atraviesan la materia cuando se problematizan cuestiones energéticas vinculadas al modelo productivo, a la matriz energética nacional o a debates sobre combustibles fósiles versus energías renovables. La perspectiva ambiental aparece inevitablemente al estudiar termodinámica de procesos industriales contaminantes o cinética de reacciones atmosféricas.

Finalmente, la construcción situada desde América Latina invita a contextualizar problemas y ejemplos en realidades regio-

nales: procesos industriales locales, problemáticas energéticas argentinas, desarrollos científico-tecnológicos latinoamericanos en catálisis o electroquímica aplicada.

Orientaciones para la enseñanza

El desarrollo de esta unidad curricular anual plantea desafíos pedagógicos particulares vinculados con la naturaleza abstracta y formalizada de los conceptos fisicoquímicos, a su exigente tratamiento matemático y a las dificultades inherentes a la articulación entre marcos teóricos generales y fenómenos químicos específicos. Las orientaciones que se desarrollan a continuación intentan problematizar estas tensiones, ofreciendo interrogantes y sugerencias que invitan a pensar la enseñanza desde una perspectiva reflexiva y situada.

Interrogantes para orientar el trabajo docente

Una pregunta central que atraviesa toda la unidad es: ¿cómo construir sentido químico al trabajar con ecuaciones y formalismos matemáticos? La fisicoquímica exige manejar expresiones matemáticas que representan sistemas materiales reales: ecuaciones de estado, funciones termodinámicas, expresiones diferenciales, ecuaciones de velocidad. El riesgo permanente es que este trabajo se reduzca a manipulaciones algebraicas desvinculadas de los fenómenos que pretenden modelizar. Resulta entonces fundamental preguntarse qué intervenciones docentes favorecen que las y los estudiantes comprendan que cada variable, cada constante, cada exponente refiere a propiedades físicas medibles de sustancias concretas. ¿Cómo evitar que la termodinámica se perciba como “matemática aplicada” vaciada de referencia química? ¿Qué ejemplos, qué experiencias, qué contextos de aplicación permiten anclar el formalismo en lo material?

Estrechamente relacionada aparece otra cuestión: ¿qué rol juegan los modelos en la construcción del pensamiento fisicoquímico? Los sistemas termodinámicos idealizados, los gases ideales, los procesos reversibles son construcciones teóricas que simplifican deliberadamente la complejidad de lo real. Las futuras profesoras y los futuros profesores necesitan comprender el estatuto epistemológico de estos modelos: no describen literalmente la realidad, sino que permiten pensar ciertos aspectos de ella bajo condiciones controladas. ¿Cómo enseñar a trabajar con modelos sin naturalizarlos? ¿Cómo explicitar sus

alcances y límites? ¿Cómo mostrar que los “desvíos de la idealidad” no son anomalías, sino manifestaciones de complejidades que el modelo deliberadamente omite?

Otra tensión significativa aparece al abordar la espontaneidad: ¿de qué maneras se puede enseñar este concepto sin caer en ambigüedades lingüísticas? El término “espontáneo” en termodinámica tiene un significado técnico preciso que difiere radicalmente de su uso coloquial. Una reacción termodinámicamente espontánea puede ser cinéticamente tan lenta que no se observe a escala humana –el diamante es termodinámicamente inestable respecto al grafito, pero su conversión es imperceptible–. Esta distinción entre factibilidad termodinámica y viabilidad cinética resulta central pero frecuentemente genera confusiones. ¿Cómo trabajar explícitamente sobre estas diferencias semánticas? ¿Qué ejemplos permiten problematizar el concepto?

Esto conecta con otra pregunta estructurante: ¿cómo articular termodinámica y cinética sin generar compartimentos estancos? Aunque pedagógicamente resulte necesario abordar estos campos de manera secuenciada, es fundamental que las y los estudiantes comprendan que ofrecen perspectivas complementarias sobre un mismo fenómeno. La termodinámica responde “¿puede ocurrir?” y “¿hasta dónde?”; la cinética responde “¿cuán rápido?” y “¿a través de qué etapas?”. ¿Qué dispositivos didácticos favorecen la construcción de esta complementariedad? ¿Cómo diseñar secuencias que integren ambas miradas en lugar de fragmentarlas?

En última instancia, conviene interrogarse: ¿qué lugar ocupan las prácticas de lectura y escritura específicas del campo fisicoquímico? Los textos fisicoquímicos presentan características discursivas particulares: alta densidad conceptual, uso intensivo de simbolismos especializados, articulación constante entre narrativa verbal y lenguaje matemático, gráficos que portan información cuantitativa central. Las futuras profesoras y los futuros profesores necesitan desarrollar competencias para leer críticamente estos textos y para producir escrituras propias del campo: resolución fundamentada de problemas, informes de experiencias, análisis de gráficos termodinámicos o cinéticos. ¿Cómo enseñar estas prácticas de literacidad disciplinar específica?

Núcleos problemáticos para estructurar secuencias de enseñanza

Se propone organizar el trabajo anual en torno a cuatro ejes que permitan abordar progresivamente la complejidad conceptual del campo fisicoquímico, articulando en cada caso contenidos disciplinares con reflexiones sobre su enseñanza.

Primer eje: Sistemas termodinámicos y primera ley

El recorrido puede iniciarse problematizando las nociones cotidianas sobre energía y calor, trabajando con transformaciones químicas concretas para introducir los conceptos de sistema, entorno y frontera. Resulta productivo distinguir entre funciones de estado (energía interna, entalpía) y funciones de trayectoria (calor, trabajo), mostrando que, aunque estos últimos dependen del camino recorrido, los primeros permanecen invariantes. La termoquímica –calores de reacción, ley de Hess, entalpías de formación– puede abordarse vinculándola con balances energéticos de procesos industriales, cuestionando la eficiencia energética de diferentes tecnologías y sus impactos ambientales. En este contexto, conviene reflexionar permanentemente sobre qué simplificaciones son legítimas al transponer estos contenidos al Nivel Secundario y cuáles generarían obstáculos conceptuales posteriores.

Segundo eje: Segunda ley, entropía y equilibrio

Aquí se despliegan conceptos de mayor abstracción, centrales para comprender por qué ciertos procesos ocurren espontáneamente en una dirección y no en la inversa. Conviene introducir el segundo principio mediante fenómenos irreversibles cotidianos –expansión de gases, equilibración térmica, disoluciones– problematizando la metáfora del “desorden” como interpretación de entropía. La energía libre de Gibbs aparece entonces como herramienta unificadora que permite predecir espontaneidad, integrando factores entálpicos y entrópicos. El estudio del equilibrio químico desde esta perspectiva termodinámica permite fundamentar rigurosamente el principio de Le Chatelier, superando aplicaciones mecánicas que no comprenden los fundamentos subyacentes. Resulta particularmente valioso problematizar en esta instancia la distinción entre espontaneidad termodinámica y velocidad de reacción, anticipando la articulación con cinética.

Tercer eje: Cinética química

Este tramo incorpora la dimensión temporal de los procesos químicos, complementando la mirada termodinámica. Partiendo de sistemas experimentales donde sea posible medir velocidades –decoloraciones, desprendimientos gaseosos, cambios de pH–, se introducen las leyes de velocidad y se diferencia claramente entre orden de reacción (determinado experimentalmente) y coeficientes estequiométricos. La ecuación de Arrhenius y el concepto de energía de activación permiten comprender la influencia de la temperatura, mientras que la catálisis aparece como fenómeno que modifica barreras energéticas sin alterar la termodinámica del proceso. El análisis de mecanismos de reacción con etapas elementales, identificando intermediarios y etapas determinantes, enriquece la comprensión de la complejidad microscópica que subyace a las leyes macroscópicas observadas.

Cuarto eje: Integración en contextos reales

Este espacio busca integrar las perspectivas termodinámica y cinética mediante el análisis de procesos químicos tecnológicamente relevantes: síntesis industriales que requieren optimizar condiciones de equilibrio y velocidad simultáneamente, celdas electroquímicas donde coexisten fenómenos termodinámicos y cinéticos, catálisis enzimática que hace viables transformaciones biológicas. Diseñar proyectos donde las y los estudiantes analicen casos concretos –corrosión, conservación de alimentos, tratamiento de efluentes– favorece la construcción de miradas integradoras que reconocen la complementariedad de ambos enfoques.

Articulación con líneas de formación

Las líneas de formación que vertebran el diseño curricular atraviesan de múltiples maneras el trabajo en Fisicoquímica I. La centralidad de la enseñanza se manifiesta cuando se cuestiona permanentemente cómo transponer contenidos de alta abstracción y formalización matemática a propuestas que resulten accesibles para estudiantes del Nivel Secundario sin traicionar la complejidad conceptual del campo. Esta preocupación por la transposición didáctica implica anticipar obstáculos típicos –la confusión entre espontaneidad y velocidad, la aplicación mecánica de principios sin comprensión de fundamentos, las dificultades con el formalismo matemático– y diseñar estrategias que permitan abordarlos explícitamente.

Inevitablemente, la perspectiva ambiental aparece al problematizar cuestiones energéticas vinculadas con el modelo productivo: cuando se estudia termodinámica de combustiones se generan interrogantes sobre la matriz energética nacional, por la dependencia de combustibles fósiles, por las alternativas de energías renovables. La cinética de reacciones atmosféricas –destrucción de ozono estratosférico, formación de smog fotoquímico– o los procesos de degradación de contaminantes orgánicos nos conectan con debates ambientales contemporáneos que interpelan críticamente el rol de la química en modelos de desarrollo insustentables.

La construcción situada desde América Latina invita a contextualizar problemas y ejemplos en realidades regionales y locales: procesos industriales que operan en nuestro territorio, problemáticas energéticas específicas de Argentina y la región, desarrollos científico-tecnológicos latinoamericanos en catálisis, electroquímica aplicada o aprovechamiento de recursos energéticos propios. Visibilizar científicas y científicos de la región que contribuyeron al desarrollo del campo constituye también un modo de disputar narrativas eurocéntricas que invisibilizan producciones locales.

La perspectiva de género puede trabajarse tanto al visibilizar los aportes de mujeres científicas históricamente omitidos en relatos androcéntricos de la ciencia, como al problematizar sesgos en la construcción del conocimiento científico o al analizar críticamente aplicaciones tecnológicas de la fisicoquímica que reproducen desigualdades de género.

Por último, la cultura digital atraviesa la unidad cuando se incorporan herramientas computacionales para simular sistemas termodinámicos o cinéticos, para graficar funciones de estado o para procesar datos experimentales, reflexionando críticamente sobre las potencialidades y los límites pedagógicos de estas mediaciones tecnológicas.

Trayectoria formativa: continuidades y complejizaciones

Fisicoquímica I recupera conceptos trabajados en “Química y la Actividad Experimental I” sobre energía, sistemas materiales y variables intensivas/extensivas, dotándolos ahora de fundamentos termodinámicos rigurosos. Desde “Química y la Actividad Experimental II”, retoma nociones de equilibrio químico y velocidad de reacción, que aquí se fundamentan mediante termodinámica y cinética. El tratamiento matemático, iniciado

en “Matemática para la Enseñanza de las Ciencias Naturales”, se complejiza al incorporar ecuaciones diferenciales e integra- ciones aplicadas a sistemas fisicoquímicos.

“Fisicoquímica II” continuará en cuarto año con electroquímica, fenómenos de superficie y propiedades coligativas. “Bioquímica” demandará comprensión termodinámica de sistemas biológicos y catálisis enzimática. “Química Analítica” requerirá fundamentos termodinámicos para equilibrios de solubilidad y sistemas buffer, mientras que “Química Ambiental” necesitará marcos fisicoquímicos para cinética de degradación de contaminantes. La “Residencia Pedagógica” constituirá la instancia donde transponer didácticamente estos contenidos complejos al Nivel Secundario.

Diálogos horizontales: articulaciones en tercer año

“Química del Carbono” y “Química Inorgánica” encuentran en Fisicoquímica I los marcos teóricos que explican la espontaneidad de síntesis y estabilidad de compuestos. Con “Química, Ambiente y Sociedad” se comparten problemáticas sobre termodinámica de combustiones y cinética de degradación de contaminantes. “Didáctica de la Química I” sistematiza criterios para transponer contenidos fisicoquímicos, problematizando obstáculos específicos del aprendizaje. “Actividades Experimentales de Ciencia y Tecnología Escolar II” ofrece espacio para diseñar experiencias escolares sobre calores de reacción, velocidades y equilibrios químicos.

Vínculos con el Campo de la Práctica Docente

Esta unidad ofrece al Campo de la Práctica Docente III contenidos disciplinares específicos sobre termodinámica y cinética que pueden ser objeto de propuestas de enseñanza durante las prácticas de aula del tercer año. Las futuras profesoras y los futuros profesores podrán diseñar, implementar y evaluar secuencias didácticas sobre calores de reacción, espontaneidad de procesos, velocidad de reacción o catálisis en contextos escolares reales, ejercitando la transposición didáctica de contenidos de alta complejidad abstracta.

Recíprocamente, Fisicoquímica I se nutre de saberes construidos en prácticas previas. Las observaciones realizadas en escuelas secundarias durante años anteriores proveen insumos valiosos: ¿qué contenidos de fisicoquímica aparecen en los diseños curriculares escolares? ¿Cómo son abordados por

docentes co-formadoras y co-formadores? ¿Qué dificultades manifiestan las y los estudiantes con el formalismo matemático, con conceptos abstractos como entropía, con la distinción entre termodinámica y cinética? ¿Qué recursos didácticos se emplean? ¿Qué experiencias de laboratorio resultan viables con los recursos disponibles?

Estos registros y reflexiones permiten contextualizar el aprendizaje disciplinar, dotándolo de sentido profesional. No se trata solo de aprender fisicoquímica sino de aprender a enseñarla, reconociendo condiciones institucionales, particularidades de las y los estudiantes, recursos disponibles y desafíos pedagógicos específicos de este campo de conocimiento tan exigente conceptual y matemáticamente.

Bibliografía sugerida

Implementación de ABP en enseñanza de fisicoquímica.

Álvarez, F. J. S. (2018). Contextualización de la cinética química en la química verde para Secundaria y Bachillerato. *Anales de Química de la RSEQ*, 114(4), 268.

Atkins, P., & de Paula, J. (2014). *Química física* (9.^a ed.). Médica Panamericana.

Texto de referencia con tratamiento riguroso de termodinámica y cinética química.

Levine, I. (2014). *Principios de fisicoquímica* (6.^a ed.). McGraw-Hill.

Abordaje didáctico con énfasis en resolución de problemas.

Pérez, F. Q., Sánchez-Martín, J., & Cañada-Cañada, F. (2023). Aprendizaje basado en problemas para Física y Química de Bachillerato: Proyecto Dinflux. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(1), 1101.

Química Inorgánica

Cuando se llega a tercer año y se encuentra con Química Inorgánica, ya se atravesó un recorrido en el que se tuvo contacto repetidas veces con la tabla periódica, con fórmulas y con propiedades de las sustancias. Sin embargo, esta unidad curricular propone algo diferente: invita a reconstruir esa tabla no como un dato ya dado, sino como un enorme organizador conceptual que condensa patrones de reactividad, tendencias periódicas, lógicas de comportamiento de los elementos que permiten anticipar cómo reaccionarán, qué tipos de enlaces formarán, qué propiedades exhibirán los compuestos resultantes.

El valor formativo de este espacio reside justamente en esa capacidad de articular lo que se venía conociendo de manera más bien aislada –propiedades de ciertos elementos, características de determinadas sustancias– con marcos explicativos más potentes que permiten comprender por qué el flúor es tan reactivo, por qué los metales alcalinos reaccionan violentamente con el agua, o por qué el hierro se oxida formando esa película rojiza a la cual se denomina herrumbre. Se trata de construir explicaciones que conecten niveles fenomenológicos –lo que se observa, lo que se puede tocar y medir– con interpretaciones submicroscópicas basadas en configuraciones electrónicas, en interacciones entre núcleos y electrones, en distribuciones de carga.

Esta unidad aporta de manera sustancial la problematización de la clasificación como operación intelectual en química. La tabla periódica no es una verdad revelada ni una construcción neutral: tiene una historia, surgió de debates, se fue acomodando conforme avanzaban los conocimientos sobre la estructura atómica. Trabajar sobre los criterios que organizan esa tabla –inicialmente la reactividad química observada, luego las configuraciones electrónicas que explican esa reactividad– permite desnaturalizar un objeto que frecuentemente se presenta en la enseñanza escolar como algo dado y que hay que memorizar. Comprender que clasificar implica tomar decisiones, establecer jerarquías y privilegiar ciertos criterios sobre otros, tiene consecuencias didácticas profundas: habilita a pensar con las futuras estudiantes y los futuros estudiantes sobre cómo se construyen conocimientos en química, sobre qué significa organizar información de maneras que resulten productivas para hacer predicciones.

Por otra parte, Química Inorgánica se articula estrechamente con otros espacios que se transitan en paralelo durante el tercer año. Con Química del Carbono comparte preocupaciones sobre enlaces, sobre geometrías moleculares, sobre cómo predecir propiedades a partir de estructuras. Sin embargo, mientras esta última se concentra en sistemas orgánicos donde el carbono juega roles protagónicos, la Química Inorgánica recorre el resto de la tabla periódica explorando metales, no metales, semimetales, elementos de transición, cada uno con sus características y comportamientos propios.

Con Fisicoquímica I encuentra puntos de contacto al abordar termodinámica de procesos –como la obtención industrial de aluminio o azufre– y al trabajar sobre reactividad desde perspectivas energéticas. Y con Actividades Experimentales de Ciencia y Tecnología Escolar II se entrelaza cuando se diseñan protocolos experimentales escolares para identificar sustancias inorgánicas mediante ensayos cualitativos, reflexionando sobre qué adaptaciones resultan necesarias cuando se piensan actividades de laboratorio para secundaria.

Hay un aspecto adicional que resulta especialmente relevante para la formación docente: esta unidad curricular trabaja sobre materiales inorgánicos y sus aplicaciones tecnológicas. Metales, semiconductores, cerámicos, cristales líquidos, geles supramoleculares aparecen en dispositivos que se usan cotidianamente –celulares, computadoras, pantallas– aunque raramente se indagan las propiedades químicas que hacen posible su funcionamiento. Vincular estructura electrónica con propiedades eléctricas, magnéticas u ópticas de sistemas extendidos permite contextualizar la química inorgánica en problemáticas tecnológicas actuales, superando visiones que la reducen a fórmulas abstractas desconectadas de lo real.

Desde las líneas de formación que atraviesan el diseño, Química Inorgánica materializa la centralidad de la enseñanza al problematizar permanentemente no solo qué contenidos se trabaja, sino cómo se transponen al aula secundaria: ¿qué profundidad en modelos de estructura electrónica resulta pertinente? ¿Cómo evitar que la nomenclatura inorgánica se convierta en un ejercicio memorístico sin sentido químico? ¿De qué maneras vincular reactividad con fenómenos cotidianos que interesen a las futuras y los futuros estudiantes?

Las transformaciones sociales contemporáneas aparecen cuando se analizan fenómenos de corrosión con implicancias

económicas y ambientales enormes, o cuando se reflexiona sobre procesos industriales de obtención de elementos con sus costos energéticos y ambientales asociados. La cultura digital se incorpora al representar estructuras tridimensionales mediante herramientas TIC, visualizando configuraciones espaciales que en representaciones planas pierden información crucial. Y la construcción situada desde América Latina invita a contextualizar debates sobre minería, sobre impactos ambientales de industrias metalúrgicas, sobre desarrollos tecnológicos regionales en catálisis o materiales.

Orientaciones para la enseñanza

Esta unidad anual propone construir conocimientos sobre estructura, propiedades y reactividad de compuestos orgánicos vinculando permanentemente la reflexión didáctica necesaria para su enseñanza en Nivel Secundario. El desafío reside en superar miradas fragmentarias o memorísticas, instalando un pensamiento relacional que conecte fenómenos macroscópicos con interpretaciones moleculares y con contextos sociales, tecnológicos y ambientales concretos.

Interrogantes para orientar el trabajo docente

Estos interrogantes atraviesan toda la cursada, retomándose en diferentes momentos:

- ¿Qué lugar ocupan los modelos de representación en la construcción del pensamiento químico orgánico? Las fórmulas estructurales, proyecciones de Newman, Fischer, modelos tridimensionales son herramientas epistémicas que permiten pensar relaciones espaciales, predecir reactividad y comunicar ideas. ¿Cómo enseñarlas como instrumentos de pensamiento y no como códigos arbitrarios?
- ¿Cómo superar la falsa dicotomía entre química inorgánica y orgánica? Ambos campos comparten principios fundamentales: termodinámica, cinética, enlace químico, equilibrio. ¿Cómo enfatizar continuidades conceptuales sin invisibilizar especificidades?
- ¿Qué significa pensar la química orgánica desde perspectivas de sustentabilidad? Debates sobre polímeros sintéticos versus biopolímeros, solventes verdes, eficiencia atómica, energías renovables y diseño molecular no tóxico interpelan directamente el campo. ¿Cómo incorporar estas problemáticas

sin caer en moralismos simplificadores? ¿Qué herramientas conceptuales necesitan las y los estudiantes para analizarlas críticamente?

- ¿Qué obstáculos epistémicos enfrentan las y los estudiantes secundarios al abordar química orgánica? La isomería, resonancia, mecanismos de reacción, tridimensionalidad molecular y relación estructura-propiedades constituyen conceptos complejos que requieren altos niveles de abstracción. ¿Cómo anticipar dificultades desde la formación inicial? ¿Qué estrategias didácticas favorecen construcciones conceptuales robustas?
- ¿Cómo enseñar química orgánica contextualizada en realidades latinoamericanas? ¿Qué ejemplos, problemáticas y desarrollos científico-tecnológicos regionales pueden funcionar como anclajes? ¿Cómo visibilizar científicas y científicos de Latinoamérica que contribuyeron al desarrollo del campo?
- ¿Cómo integrar críticamente herramientas digitales? *Software* de modelado molecular, simuladores de reacciones, bases de datos espectroscópicas, laboratorios virtuales pueden enriquecer la enseñanza. ¿Cuándo son pertinentes? ¿Qué criterios guían su selección? ¿Cómo evitar que se conviertan en entretenimientos sin potencia formativa?

Núcleos problemáticos para estructurar secuencias de enseñanza

1. **Grupos funcionales como clave de interpretación:** explorar cómo determinados grupos funcionales determinan patrones de reactividad, propiedades físicas y aplicaciones tecnológicas. Analizar familias (alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, aminas) no como listados aislados, sino como sistemas relacionados por transformaciones químicas posibles.
2. **Isomería y diversidad molecular:** abordar la isomería como fenómeno que explica la enorme diversidad de compuestos orgánicos. Trabajar con representaciones planas, tridimensionales, proyecciones de Fischer o Newman, reflexionando sobre su valor heurístico.
3. **Mecanismos de reacción como narrativas químicas:** comprender mecanismos no como secuencias a memorizar, sino como relatos que explican cómo ocurren transformaciones

químicas. Distinguir reacciones concertadas y por etapas, identificar intermediarios, comprender factores que afectan velocidades y equilibrios.

4. **Química orgánica en contextos biológicos y alimenticios:** analizar biomoléculas (carbohidratos, aminoácidos, lípidos) desde su estructura y reactividad, vinculándolas con procesos metabólicos, nutricionales e industriales. Problematicar aplicaciones como gelificación, emulsificación o conservación desde criterios químicos y sanitarios.
5. **Análisis y síntesis orgánica escolar:** diseñar experiencias de laboratorio escolar para sintetizar compuestos sencillos, caracterizarlos mediante ensayos cualitativos o técnicas cromatográficas básicas, y reflexionar sobre la relación entre procedimientos profesionales y propuestas experimentales escolares.

Articulación con líneas de formación

Las líneas que vertebran el diseño curricular atraviesan Química Inorgánica de maneras particulares, interpelando contenidos y prácticas desde distintos ángulos. La centralidad de la enseñanza se manifiesta cuando cada concepto disciplinar – periodicidad, enlace, reactividad– se piensa simultáneamente desde su lógica interna y desde los desafíos que plantea su transposición al aula de secundaria. ¿Qué modelo de enlace resulta más productivo para explicar propiedades de determinado compuesto sin perder estudiantes por el camino? ¿Hasta dónde profundizar en teorías como la del campo cristalino sin que se transforme en formulismo vacío? ¿Cómo trabajar la nomenclatura para que conserve sentido químico y no se reduzca a memorización mecánica de reglas? Estas preguntas didácticas no son decorativas, sino constitutivas del trabajo en esta materia, que forma docentes y no solo químicas y químicos.

Las transformaciones sociales contemporáneas irrumpen cuando se problematizan procesos industriales de obtención de metales y sus consecuencias ambientales enormes: la minería a cielo abierto, los pasivos ambientales de fundiciones, la contaminación por metales pesados en suelos y aguas. O cuando se analiza críticamente el uso intensivo de fertilizantes inorgánicos –nitrogenados, fosfatados– en agricultura industrial, sus efectos sobre eutrofización de cuerpos de agua y su dependencia energética. La perspectiva ambiental invita a pensar no solo la química de estos procesos, sino sus inscrip-

ciones en modelos de desarrollo, sus impactos diferenciados sobre poblaciones vulnerables y las disputas por recursos naturales que involucran.

La cultura digital se incorpora de múltiples formas: al representar estructuras cristalinas tridimensionales mediante *software* que permite rotarlas, acercarlas, visualizar planos cristalográficos que en representaciones planas resultan inaccesibles; al consultar bases de datos especializadas sobre propiedades de sustancias inorgánicas –puntos de fusión, conductividades, solubilidades– reconociendo tanto potencialidades como límites de estas herramientas; al simular diagramas de energía de orbitales moleculares, visualizando interacciones que permanecen abstractas sin esos recursos.

La construcción situada desde América Latina aparece al contextualizar debates sobre recursos minerales regionales: el litio en salares andinos con sus controversias socioambientales; el cobre en la cordillera con sus implicancias geopolíticas; y las tierras raras con dependencias tecnológicas. También se manifiesta al visibilizar desarrollos científico-tecnológicos propios en química de materiales, en catálisis industrial y en procesos metalúrgicos adaptados a condiciones locales. Asimismo, al analizar impactos de emprendimientos mineros sobre comunidades originarias y campesinas, las disputas territoriales o contaminaciones irreversibles se contribuye a situar la disciplina. La química inorgánica así contextualizada se ancla en conflictos, historias, territorios concretos.

La perspectiva de género atraviesa esta unidad curricular cuando se visibilizan aportes de mujeres científicas históricamente invisibilizadas en narrativas androcéntricas sobre desarrollo de la química inorgánica. Cuando se problematizan sesgos en aplicaciones tecnológicas –productos destinados exclusivamente a varones, omisión de efectos diferenciados de contaminantes según género y ausencia de mujeres en posiciones decisorias en industrias químicas. Cuando se reconoce que los estereotipos de género operan como barreras invisibles que alejan a muchas jóvenes de carreras científicas, no por falta de capacidad, sino por construcciones socioculturales que asocian competencia científica con masculinidad y que generan autopercepción negativa de habilidades reales. La formación docente tiene responsabilidad en desarmar esos estereotipos: las futuras profesoras y los futuros profesores necesitan reconocer cómo operan estos sesgos en las aulas de secundaria

–distribución diferencial de atención docente según género, comentarios que refuerzan o cuestionan capacidades, modelos de científicos siempre masculinizados– para intervenir pedagógicamente generando condiciones de igualdad efectiva

Trayectoria formativa: continuidades y complejizaciones

Esta materia recupera conocimientos trabajados desde primer año, aunque ahora los resignifica dentro de marcos conceptuales más potentes. De “Química y la Actividad Experimental I” retoma las primeras aproximaciones a la tabla periódica, las nociones sobre elementos, compuestos, mezclas, las ideas iniciales sobre estructura atómica que allí se introdujeron de manera más bien descriptiva. Ahora estos conceptos adquieren profundidad explicativa: las configuraciones electrónicas no son solo números y letras sino que permiten interpretar tendencias periódicas, anticipar tipos de enlace, predecir reactividades.

Desde “Química y la Actividad Experimental II” recupera saberes sobre enlace químico, geometría molecular, polaridad, fuerzas intermoleculares, que ahora se aplican específicamente a sistemas inorgánicos con toda su diversidad: enlaces iónicos en sales, metálicos en aleaciones, covalentes coordinados en complejos. También retoma el trabajo con ecuaciones químicas, estequiometría, reacciones de diferentes tipos —ácido-base, redox, precipitación— que aquí se profundizan considerando la química de distintas familias de elementos. Las nociones sobre oxidación y reducción, ya trabajadas previamente, se enriquecen al estudiar múltiples estados de oxidación característicos de metales de transición y sus implicancias en reactividad y propiedades.

Lo construido en Química Inorgánica resulta indispensable para materias de cuarto año. “Fisicoquímica II” requerirá estos saberes al abordar electroquímica: allí se estudiarán pilas, electrólisis, potenciales redox, todos fenómenos que involucran transformaciones de sustancias inorgánicas. Comprender series electroquímicas, predecir dirección de reacciones redox espontáneas, interpretar diagramas de Pourbaix demandará dominio sólido de estados de oxidación y reactividad de metales trabajados aquí.

“Química Analítica” demandará conocimientos sobre reacciones de identificación de cationes y aniones, equilibrios de solubilidad, formación de complejos usados en análisis cualitativo y cuantitativo. Las marchas analíticas se basan en reacciones características de iones metálicos estudiadas en inorgánica.

“Química Ambiental” necesitará comprender ciclos biogeoquímicos del nitrógeno, fósforo, azufre; química de metales pesados como contaminantes; procesos de acidificación; química atmosférica de óxidos. “Bioquímica” requerirá conocimientos sobre complejos metálicos en sistemas biológicos: hierro en hemoglobina, magnesio en clorofilas, zinc en enzimas. La química de coordinación estudiada aquí fundamenta la comprensión de estos sistemas donde metales desempeñan roles estructurales y catalíticos esenciales. Y la “Residencia Pedagógica” será la instancia donde todo deba transponerse didácticamente.

Diálogos horizontales: articulaciones en tercer año

Química Inorgánica dialoga intensamente con las otras materias que se cursan simultáneamente. Con “Química del Carbono” comparte preocupaciones sobre enlace, geometría molecular, hibridación, pero cada una trabaja sobre universos complementarios: orgánica se concentra en compuestos del carbono mientras que inorgánica recorre el resto de la tabla. Hay puntos de contacto interesantes cuando se estudian compuestos organometálicos, catalizadores basados en metales de transición que participan en reacciones orgánicas, o cuando se comparan propiedades de enlaces carbono-carbono con otros tipos de enlace. Además, ambas comparten la necesidad de trabajar con nomenclatura sistemática, con representaciones estructurales, con relaciones entre estructura y propiedades.

Con “Fisicoquímica I” comparte marcos teóricos fundamentales: la termodinámica permite entender por qué ciertos procesos de obtención de metales son espontáneos en determinadas condiciones, la cinética explica velocidades de reacciones inorgánicas, los equilibrios químicos estudiados allí se aplican aquí a sistemas específicos como equilibrios ácido-base de hidróxidos metálicos o equilibrios de complejos. “Didáctica de la Química I” es el espacio donde se sistematizan criterios para transponer estos contenidos inorgánicos al aula: ¿cómo enseñar tabla periódica sin caer en memorización? ¿Qué modelos de enlace son más productivos para secundaria? ¿Cómo trabajar la nomenclatura de manera significativa? Y “Actividades Experimentales de Ciencia y Tecnología Escolar II” permite diseñar experiencias de laboratorio escolar vinculadas específicamente: síntesis sencillas de sales, ensayos de identificación con reactivos accesibles, mediciones de propiedades.

Vínculos con el Campo de la Práctica Docente

Esta unidad aporta al Campo de la Práctica Docente III contenidos disciplinares que pueden ser objeto de propuestas de enseñanza durante las intervenciones en aulas reales. Las futuras profesoras y los futuros profesores podrán diseñar secuencias sobre tabla periódica, sobre propiedades de metales y no metales, sobre nomenclatura inorgánica, sobre reacciones químicas características de distintos grupos, poniendo en juego saberes disciplinares y didácticos de manera integrada. Esto implica movilizar simultáneamente conocimientos sobre contenidos inorgánicos, sobre obstáculos típicos en su aprendizaje, sobre recursos didácticos pertinentes, sobre criterios de evaluación.

Recíprocamente, Química Inorgánica se nutre de lo observado en las prácticas: ¿qué contenidos inorgánicos aparecen en los diseños curriculares de secundaria? ¿Cómo los abordan docentes experimentados? ¿Qué dificultades manifiestan estudiantes con tabla periódica, con nomenclatura, con modelos de enlace? ¿Qué representaciones alternativas persisten sobre metales, no metales, reacciones químicas? Estos registros permiten contextualizar el aprendizaje disciplinar, pensándolo siempre en función de su futura enseñanza. El trabajo reflexivo sobre las experiencias de práctica retroalimenta la comprensión de la química inorgánica no solo como cuerpo de conocimientos sino como objeto a enseñar, con todas las complejidades didácticas que eso implica.

Química Ambiente y Sociedad

Este seminario recupera la labor ya realizada en los espacios Introducción a los Sistemas Biológicos de primer año y en Ciencias de la Tierra de segundo año, en donde se reflexionó acerca de qué significa el concepto de ambiente, se diferenció del ambiente biofísico y se abordaron tópicos de ambiente desde la Biología, la Ciencias de la Atmósfera, la Geología y la Oceanografía. Un aporte distinguido de la química ambiental respecto a las demás asignaturas disciplinares de este año es un acercamiento interdisciplinario a su objeto de estudio, focalizando en lo que la química tiene para ofrecer a dicho estudio. En cuarto año, este trabajo continuará en Problemáticas socioambientales.

Así, Química, Ambiente y Sociedad toma un objeto de estudio eminentemente complejo y multidimensional, que requiere de abordajes interdisciplinarios. De esta manera, el recorte realizado fue definido, no tanto desde modelos disciplinares, sino más bien desde ámbitos de la vida (el aire, el agua, el suelo y la Educación Ambiental). Se habilita así a una enseñanza contextualizada de los contenidos disciplinares a través de problemáticas ambientales que pueden actuar como ejes estructurantes de la enseñanza.

Esta propuesta es modelizadora sobre la futura actuación profesional de las y los estudiantes del Profesorado de educación secundaria en Química, dado que la educación secundaria Orientada bonaerense propone esta forma de organización curricular en las asignaturas de química, en Ambiente, Desarrollo y Sociedad y en Biología, Genética y Sociedad. Esta forma de construir los contenidos ambientales facilita a la vez la labor sobre la línea de trabajo transversal de la centralidad de la enseñanza, porque además de lo mencionado, propicia realizar reflexiones sobre las formas en que dichos contenidos fueron enseñados en este seminario, en lo que Delia Lerner (2001) denominó para la formación docente situaciones de “doble conceptualización” (sobre el contenido escolar y de aspectos pedagógico-didácticos sobre los mismos).

Las problemáticas ambientales a ser abordadas en este seminario pueden ser, en una primera instancia, exploradas e identificadas a partir de un proceso de mapeo colectivo (Risler y Ares, 2013). Se pueden imprimir mapas en diferentes escalas (regional, nacional, provincial, local) y, en diferentes grupos, con

ayuda de íconos pre-impresos y que también pueden usarse nuevos íconos contruidos en el momento, para sobre ellos localizar distintas problemáticas ambientales.

Para cada problemática es importante reconocer los actores sociales intervinientes, sus objetivos e intereses, y los puntos de disputa, y aspectos de las mismas en las que está involucrado el conocimiento químico y de otras ciencias naturales (y en qué estos conocimientos pueden ayudar a comprender esas problemáticas y proponer formas de intervención (Guerrero Tamarayo et al, 2025). En el caso de problemáticas locales, sobre todo las del propio territorio que habitan las y los estudiantes, es relevante problematizar las miradas que han generado en su experiencia, promover su historización (Urdampilleta et al, 2019) y reflexionar sobre los vínculos que sostienen con escalas espaciales mayores (provinciales, nacionales, regionales). Esas problemáticas pueden así actuar como ejes estructurantes de todo el seminario o, al menos, de una de las unidades. Es importante que haya un balance entre el trabajo con problemáticas de escalas locales y regionales/globales (como el cambio climático, la erosión de suelos, contaminación del agua dulce), pudiendo articularse a través del estudio de cómo estas problemáticas globales se expresan a nivel local.

De esta forma, contextualizadamente, se pueden trabajar sobre los aspectos químicos “de fenómenos geológicos, atmosféricos y oceanográficos, analizando críticamente fenómenos ambientales de diferentes escalas que se han constituido como problemas sociales” (DGCyE, 2022, p. 138), tal como propone el Diseño Curricular en las finalidades educativas de este seminario.

Preguntas que pueden orientar el recorrido

Los siguientes interrogantes pueden transversalmente orientar la enseñanza a lo largo del seminario:

- ¿Qué perspectiva sobre el ambiente se está produciendo en las aulas y qué vínculos entre las personas y el ambiente propiciamos al enseñar química y ciencias naturales? Así, análogamente a la propuesta de Jaime Breihl (2013) para la salud, se pueden formular las siguientes preguntas: ¿qué es el ambiente? –aspecto ontológico– ¿Quiénes producen saberes ambientales y cómo lo hacen? –aspecto epistemológico– ¿Cómo se enseña sobre el ambiente y cómo se interviene en

cuestiones ambientales? –aspecto de la praxis–.

- ¿Qué imagen de la ciencia se está construyendo en las aulas de ciencias naturales y de qué modo se representa la relación entre ciencia y ambiente?
- ¿Qué grupos sociales son más afectados por las problemáticas ambientales que aquejan al planeta?
- ¿Qué significa lo integral en la Educación Ambiental Integral (EAI)?
- ¿De qué modos la Educación Sexual Integral y la cultura digital pueden transversalizarse colaborativamente con la Educación Ambiental Integral?
- ¿De qué maneras la química y otras ciencias naturales pueden ayudar a ampliar la mirada sobre los fenómenos ambientales bajo estudio?

Orientaciones para la enseñanza

La enseñanza del ambiente como núcleo de contenidos transversal

La enseñanza del ambiente es un núcleo de contenidos que atraviesa a todos los demás. En particular, son de central relevancia, como cuestión epistemológica que sustenta a los demás núcleos de contenidos, los siguientes: “Ambiente: Definición de Ambiente. Relación sociedad-naturaleza. Servicios Ecosistémicos versus Contribución de la Naturaleza a las Personas. Trama ambiental. Conflictos ambientales” (DGCyE, 2022, p. 139). La labor sobre estas cuestiones es fundamental para la problematización de la representación de ambiente que han construido las y los estudiantes en sus experiencias vitales y escolares, y permite un acercamiento de la química que no pierda de vista su complejidad.

Se destaca el abordaje de la conflictividad como un rasgo inherente a lo ambiental (Canciani et al, 2017; Iribarren y Guerrero-Tamayo, 2023), en la medida que distintos grupos sociales disputan la apropiación del ambiente, perspectiva que se recupera de la Ley de Educación Provincial en su artículo 45. Por otro lado, es importante recuperar la perspectiva de género en la enseñanza del ambiente (González del Cerro y Morgade, 2023; Iribarren y Guerrero-Tamayo, 2023), tal como propone la Ley Nacional de Educación Ambiental Integral. El cuidado de la vida desde una perspectiva feminista (Federici, 2010; Fernán-

dez Téllez y Rodríguez Barraza, 2025) puede ser una vía de entrada para ese cruce entre la EAI y la Educación Sexual Integral -ESI- (Canciani y Telias, 2025), además de una discusión sobre los grupos que obtienen beneficios y cuáles los costes ecológicos de las diferentes actividades antrópicas.

Otra instancia de transversalización colaborativa implica generar cruces con la perspectiva de cultura digital (Sessano y Corbetta, 2016), no sólo en cuanto al uso de recursos y materiales (audiovisuales, simuladores, entre otros), sino también respecto a cómo aparece el ambiente en la socialización por vías digitales y cómo se trabaja la comunicación ambiental en esas vías, sobre todo las que utilizan las adolescencias.

Se espera que en la labor con los demás núcleos de contenidos se organice el trabajo desde diferentes estrategias de enseñanza sobre el ambiente –investigaciones escolares, mapeos sociales, salidas didácticas, paseos etnográficos, entre otras– y que a la vez se expliciten las decisiones pedagógico-didácticas que toman como docentes de este seminario y se reflexione sobre ellas, para dar lugar a las mencionadas situaciones de “doble conceptualización” (Lerner, 2001).

En este núcleo de contenidos se puede recuperar la labor realizada en Didáctica de las Ciencias Naturales en torno a los enfoques de enseñanza de las ciencias naturales y generar relaciones entre los mismos y las diferentes perspectivas de Educación Ambiental, para lo cual se pueden recuperar diferentes clasificaciones como la de Sauvé (2004). También se puede reflexionar acerca de cómo ambientalizar estrategias de enseñanza de la química abordadas en Didáctica de la Química I y se pueden analizar los Diseños Curriculares de diferentes materias de química de Nivel Secundario para identificar en cuáles existen contenidos vinculados al ambiente y, aun cuando no existieran, cómo se pueden ambientalizar esos currículos. Esto último puede también articularse con la práctica docente.

Primer núcleo: la Química de la atmósfera

Una cuestión privilegiada en el estudio de la atmósfera es el carácter inhomogéneo de este sistema. Si se toma una columna de aire vertical –perpendicular a la superficie terrestre– desde el nivel del mar hasta unos 60 km de altitud se observarán cambios continuos en diferentes propiedades intensivas: densidad, temperatura, presión, composición química, etc. Así, por ejemplo, aunque hay ozono en toda esta columna, los máximos en

concentración molar de ozono se encuentran entre los 20 y 30 km de altitud. A la vez, la presión total disminuye aproximadamente a la mitad cada 5 km –5000 metros– y lo mismo sucede con la presión parcial de oxígeno.

Un tema central en este núcleo de contenidos son los procesos químicos de formación y descomposición del ozono en diferentes altitudes y distintas latitudes del planeta, tanto de aquellos considerados “naturales” –fundamentalmente reacciones fotoquímicas– como de los que ocurren debido a la acción antrópica –como la descomposición del ozono en reacciones con compuestos clorofluorocarbonados, que tiene mayor tasa de ocurrencia en los polos, especialmente el polo sur–. De este modo, se propone abordar un conflicto ambiental global de amplia exposición mediática, considerado uno de los mayores logros de restauración gracias a la implementación de políticas ambientales. Además, reviste particular importancia en nuestro país tanto por las altas latitudes a las que llega su territorio continental como su prolongada y sostenida presencia en la Antártida. Es de gran relevancia poder explicar a partir de estos procesos químicos dos cuestiones: a) el perfil de concentración molar de ozono versus altitud observado en la atmósfera terrestre; b) por qué las mayores afectaciones a la “capa de ozono” debido a la acción antrópica se dieron en los polos. A la vez, se puede reflexionar cómo la producción de oxígeno molecular por los primeros organismos fotosintéticos eventualmente implicó el desarrollo de una “capa de ozono” que, por sus reacciones fotoquímicas, “filtra” los rayos ultravioletas y permite la vida en la Tierra tal como se conoce hoy, lo que da cuenta de la co-evolución entre el ambiente biofísico y la biodiversidad en el planeta.

Segundo núcleo: el agua y la vida

El tema fundamental de este núcleo es a qué consideramos agua potable, cómo se produce y cómo se cuida, entendiendo que el agua es fundamental para la vida humana y no humana en el planeta Tierra. En este sentido, es necesario poder distinguir la diferencia entre agua potable y agua de red, y también comprender diferentes procesos que permiten potabilizar el agua –los cuales son dependientes de la fuente de agua utilizada–. Esta labor permite, a la vez, retomar el trabajo sobre soluciones desarrollado en Química y la Actividad Experimental 1 y 2, con el fin de comprender el significado químico de los límites permitidos en el Código Alimentario Argentino. Además, se puede dar cuenta de la existencia de contaminantes antrópicos

–producto de efluentes industriales, cloacales, escorrentías de agroquímicos, entre otros– y de sustancias naturalmente presentes en las fuentes de agua utilizadas –como el arsénico, presente en aguas subterráneas del centro y norte del país, y que puede dar lugar al Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico, HACRE–.

Existen numerosas cuencas de agua y acuíferos afectados por distintos tipos de contaminación en el territorio bonaerense – en grandes y pequeñas urbes, en espacios con actividad agropecuaria y/o extractiva intensiva, entre otros–, por lo que toman relevancia disputas por el uso del agua, por las formas de tratamientos de efluentes y, allí, la comprensión de las formas en que los contaminantes se transportan, distribuyen y transforman. También invita a debatir quiénes son los grupos más afectados por la falta de acceso al agua potable, en términos de clase social, género, etarios, étnico-raciales, lo que permite transversalizar colaborativamente la Educación Ambiental Integral y la Educación Sexual Integral (Canciani y Telias, 2025), a la vez que permite discutir acerca de las relaciones entre Ciencia, tecnología, Sociedad y Ambiente.

Dado que las soluciones, con foco en las acuosas, es un contenido abordado en diferentes años de la educación secundaria bonaerense –básica y orientada–, este núcleo de contenidos toma especial interés para la ambientalización del currículum escolar.

Tercer núcleo: los suelos como sustento de vida

Nuevamente toma relevancia cómo la vida transforma el ambiente biofísico, dado que los procesos biológicos son clave para la formación del suelo –fijación del nitrógeno, producción de compuestos carbonados del suelo, mantenimiento de la humedad y regulación de la temperatura, entre otras–. Dentro de este contexto, se pretende abordar la composición química del suelo, su capacidad reguladora de la acidez y procesos de erosión y salinización.

Al mismo tiempo que se estudian los procesos antrópicos por los cuales los suelos sufren degradación –por su uso intensivo en actividades agropecuarias, por la deforestación, por vertidos industriales o de basurales–, se propone también profundizar en diversos enfoques y estrategias de conservación y restauración de los suelos. En este sentido, se promueve la reflexión sobre cómo cada enfoque concibe la relación sociedad-natura-

leza, con qué fines se busca conservar o restaurar los suelos y qué lugar se otorga a los saberes de las comunidades que habitan los territorios involucrados. Esto permite ingresar hacia las diferentes perspectivas de Educación Ambiental que existen y su construcción histórica, como forma de abordar transversalmente el núcleo de contenidos sobre la enseñanza del ambiente (Sauvé, 2004; García y Fernández Marchessi, 2019).

Bibliografía sugerida

Breilh, J. (2013). La determinación social de la salud como herramienta de transformación hacia una nueva salud pública (salud colectiva). *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 31, 13-27.

Canciani, M. L., Telias, A., & Sessano, P. (2017). *Problemas y desafíos de la educación ambiental: Un abordaje de 12 lecciones*. Novedades Educativas.

Canciani, M. L. (2025). Hacia una educación ambiental integral con enfoque de género: Reflexiones convergentes desde y para la formación docente. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 19(28), e173. <https://doi.org/10.24215/23468866e173>

Canciani, M. L. (2023). ¿Qué pedagogías, para qué transiciones? Reflexiones desde la educación ambiental crítica para la construcción de transiciones justas latinoamericanas. En G. I. García Parra & K. Batthyány (Coords.), *Transiciones justas: Una agenda de cambios para América Latina y el Caribe* (pp. 133–150). CLACSO/OXFAM. <https://www.clacso.org/wp-content/uploads/2023/06/Transiciones-justas.pdf>

Chan-Keb, C. A., Agraz-Hernández, C. M., Pérez-Balán, R. A., & Gutiérrez-Alcántara, E. J. (2022). *Química ambiental*. ECORFAN.

Corbetta, S., Sessano, P., & Krasnanski, M. (2012). Educación ambiental, formación docente y TICs: El desafío complejo de una triple articulación. Hacia la definición de un espacio transversal. *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, 7, 267–290. <https://doi.org/10.35305/rece.v0i7.17>

Corbetta, S. A., & Sessano, P. (2021). Fundamentos políticos y conceptuales para diseñar las políticas de educación ambiental en el sistema educativo argentino. *Praxis & Saber*, 12(28), 9–23. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n28.2021.11560>

Corbetta, S. (2021). Educación ambiental y educación inter-

cultural: Hacia una construcción de puentes desde un pensamiento ambiental y latinoamericano crítico. *Gestión y Ambiente*, 24(Suppl. 1), 107–130. <https://doi.org/10.15446/ga.v24nsupl1.91903>

Federici, S. (2010). *Calibán y la bruja: Mujeres, cuerpo y acumulación originaria*. Tinta Limón. https://tintalimon.com.ar/public/tmqlg295o2cyb1xhv80n657f7xdt/pdf_978-987-3687-07-5.pdf

Fernández Téllez, E., & Rodríguez Barraza, A. (2025). Mujeres y medio ambiente: Redes de cuidado para la sustentabilidad. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 7(12), 136–155. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14632561>

García, D., & Marchesi, N. F. (2017). Genealogía de la institucionalización de la EA en la Argentina. En N. F. Marchesi (Comp.), *Inclusión en la formación en educación ambiental en la educación superior: Un estado de la cuestión en la Argentina y Uruguay* (pp. 79–116). La Bicicleta.

González del Cerro, C. y Morgade, G. (2023). La crisis ambiental como componente en la “integralidad” de la ESI. *Revista Espacios de crítica y producción*, 59, 87-97.

Guerrero Tamayo, K., Iribarren, L., Cordero, S., & Dumrauf, A. (2025). Educación ambiental en la formación docente: Fertilidad del mapeo colectivo de conflictos ambientales. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 19(28), e170. <https://doi.org/10.24215/23468866e170>

Iribarren, L., & Guerrero Tamayo, K. (2023). El delta como cuerpo territorio. Notas desde una experiencia de formación docente comunitaria en educación ambiental con perspectiva de género. En E. Grotz & C. González del Cerro (Comps.), *Biología en foco: ESI en la formación docente*. Homo Sapiens.

Lerner, D. (2001). *Leer y escribir en la escuela: lo real, lo posible y lo necesario*. Fondo de Cultura Económica.

Melillo, F (coord.) (2015). *Educación Ambiental. Ideas y propuestas para docentes*. Ministerio de Educación de la Nación y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Risler, J., & Ares, P. (2013). *Manual de mapeo colectivo: Recursos cartográficos críticos para procesos territoriales de creación colaborativa*. Tinta Limón. <https://iconoclasistas.net/4322-2/>

Sauvé, L. (2004). Una cartografía de corrientes en educación

ambiental. En M. Sato & I. Carvalho (Eds.), *A pesquisa em educação ambiental: Cartografias de uma identidade narrativa em formação*. Artmed.

Sessano, P., & Corbetta, S. (2016). *Educación ambiental y TIC: Orientaciones para la enseñanza*. ANSES.