

## Algunas reflexiones sobre la enseñanza de la Química... y más

Silvia Porro<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3515-1856>

Porro, S. (2022) Algunas reflexiones sobre la enseñanza de la Química... y más. *Nuevas Perspectivas*. I(1) Pp. 1-23

**Resumen:** En este ensayo realizo algunas reflexiones acerca de la enseñanza de la química y de las ciencias naturales en la actualidad. Para ello me baso en los objetivos de esa enseñanza según los diferentes niveles educativos y el estudiantado a quien va dirigida. Resalto la importancia de formar profesionales y ciudadanía en general capaces de tomar decisiones que impliquen un pensamiento crítico basado en sus conocimientos científico-tecnológicos. Además, expreso la necesidad de abandonar la enseñanza tradicional que se basa en el mero aprendizaje de conceptos aportados por el docente y los libros de texto, en un estudiantado pasivo y en evaluaciones con preguntas de respuestas cerradas. Para lograr el cambio creo indispensable modificar la formación docente inicial y continua, que debe implicar formación interdisciplinar, conocimiento de la Naturaleza de la Ciencia e incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación. Considero que tanto la Química como las demás Ciencias Naturales deben enseñarse basándose en enfoques en contexto, llámense CTS, CTSA, STEM, STEAM, uso de cuestiones sociocientíficas, etc. Lo importante es que el estudiantado participe activamente de su aprendizaje, cosa que se logrará solo si en el aula se presentan temas significativos para su vida cotidiana: su entorno familiar o social, el mundo que los rodea, algo que les interese o conmueva. Los conceptos químicos a enseñar siguen siendo los mismos, pero el estudiantado y los recursos de los que disponemos han cambiado. Conclusión: no podemos seguir enseñando como lo hacíamos años atrás.

**Palabras Clave:** Formación profesorado. Enseñanza en contexto. Aprendizaje activo.

**Abstract:** In this essay I make some reflections about the teaching of chemistry and natural sciences today. For this, I base my essay on the objectives of this teaching, according to different educational levels and students to whom each teaching is addressed. I emphasize the importance of training professionals and citizens in general, to be capable of making decisions that involve critical thinking based on their scientific-technological knowledge. In addition, I express that is necessary to abandon traditional teaching, that is based on the mere learning of concepts provided by teachers and textbooks, in a passive students and in evaluations with closed-ended questions. To achieve change, I believe it is essential to modify initial and continuing teacher training, which must involve

---

<sup>1</sup> Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología (Universidad Nacional de Quilmes)

interdisciplinary training, knowledge of the Nature of Science and the incorporation of Information and Communication Technologies. I believe that both Chemistry and the other Natural Sciences should be taught based on approaches in context, call them STS, STSA, STEM, STEAM, use of socio-scientific questions, etc. The important thing is that students actively participate in their learning, which will only be achieved if the topics presented to them in the classroom have real meaning for their daily lives: their family or social environment, the world around them, something that interest or move. The chemical concepts to be taught remain the same, but the students and the resources available have changed. Conclusion: we cannot continue teaching as we did years ago.

**Keywords:** Teacher training. Teaching in context. Active learning.

### Introducción

Alerto a quienes tienen intenciones de leer mi ensayo que, si bien recurriré a las características de un texto académico, mi intención es ir siguiendo las reflexiones que me vayan surgiendo y, tal vez, mi lenguaje y mi redacción no sean tan acordes a lo que se suele esperar en una revista científica.

Comenzaré refiriéndome a los dos episodios que llamaron mi atención en el último mes y que sirvieron de base para algunas de mis reflexiones: uno sucedido en un evento estrictamente académico, el otro en el ámbito familiar, si bien relacionado con mi desempeño como docente.

El primer episodio tuvo lugar en la defensa de tesis doctoral de uno de mis becarios. Una vez finalizada la exposición oral del doctorando, en la instancia de comentarios y preguntas del jurado, uno de sus integrantes expresó que: “CTS atrasa”. Y yo que había estado durante casi todo el año pasado contratada por una universidad extranjera para asesorarla acerca de un nuevo plan de estudios para su Licenciatura en Docencia de la Química, y me había basado precisamente en el enfoque CTS, quedé en estado de shock. Pero esos llamados de atención son necesarios, para reflexionar acerca de nuestras convicciones.

El segundo episodio transcurrió en la casa de una de mis hermanas, que me había pedido que le explicara Química a mi sobrina, quien tiene 15 años y cursa la escuela secundaria en un instituto privado del Gran Buenos Aires. Y ahí me encontré con un temario que incluía composición del átomo, partículas subatómicas, isótopos, isóbaros, configuración electrónica, configuración electrónica externa, átomo de Bohr y tabla periódica. A partir de esto haré mis reflexiones relacionadas con la enseñanza en la escuela secundaria y la formación del profesorado.

### *¿Para qué enseñamos Química?*

Escribo este artículo pensando en que las personas que lo leerán serán en su mayoría colegas que dedican la mayor parte de su tiempo a enseñar Química y a investigar en Didáctica de las Ciencias Naturales, Experimentales o como las quieran llamar. También pienso (¿luego existo?) que este artículo va a aparecer en el primer número de una revista llamada Nuevas Perspectivas y que entonces tendré que decir algo acerca de las viejas perspectivas y reflexionar acerca del pasado, del presente y de lo que creo que debería ser el futuro, así que me pareció que la pregunta inicial tiene que ser: ¿para

qué enseñamos lo que enseñamos? De ello derivarán entonces las otras preguntas: ¿qué tenemos que enseñar?, ¿cómo tenemos que enseñarlo?

Antes que nada quiero aclarar que me parece sumamente importante que desde el nivel inicial el profesorado esté preparado para enseñar Ciencias Naturales (en ese nivel los conceptos químicos están incluidos en ese título). Es muy gratificante para mí, que siempre enseñé Química a nivel universitario, poder estar a cargo desde hace unos años de la materia Didáctica de las Ciencias Naturales en la Licenciatura en Educación de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), que al ser una materia optativa es cursada prevalentemente por docentes de nivel inicial y primario que están realizando el Ciclo de Complementación para perfeccionarse y obtener el título correspondiente a la Licenciatura. Dicho esto, quiero aclarar que en este artículo no analizaré en profundidad a los niveles educativos de la escuela inicial o primaria, aunque haré referencia a lo que opinan algunas personas especialistas al respecto; algunas de mis reflexiones se referirán al nivel universitario pero, principalmente, me concentraré en la escuela secundaria y la formación del profesorado, que es lo que más me preocupa.

Con respecto al nivel inicial, coincido con Rocha y col. (2013) que es necesaria una formación continua que permita la actualización, científica y didáctica, y que implique una revisión de la propia práctica. En mi experiencia con docentes del nivel inicial, se nota que hay mucha necesidad de reforzar conceptos básicos, especialmente por la escasa formación que este profesorado posee para el desarrollo de actividades experimentales sobre contenidos de Química (Bertelle y col. 2018).

En cuanto a la escuela primaria, está claro que alcanzar la alfabetización científica sigue siendo un desafío. Esto implica enseñar ciencias naturales de tal forma que los niños y las niñas adquieran los saberes necesarios para comprender los fenómenos con modelos explicativos de la ciencia escolar, para entender la ciencia como una empresa humana, de construcción histórica y social. Para enseñar ciencias naturales (incluyendo química) en el nivel primario pueden utilizarse la modelización, la indagación y la contextualización (Caamaño, 2011). Como ya dije, no voy a profundizar en este nivel, pero hace unas semanas terminé de leer un libro que escribió una persona nonagenaria, que ejerció su actividad durante más de 40 años en la escuela primaria; entre otros temas ella cuenta su experiencia en escuelas rurales multigrado, que me pareció interesantísimo porque exige trabajo colaborativo del estudiantado y estrategias docentes que implican interdisciplinariedad (Baroni de Peredo, 2022). Esta lectura me llevó a preguntarme si esta problemática ha sido investigada y cómo, y entonces me encontré con que en la Argentina los relevamientos oficiales muestran elevada presencia de escuelas rurales, donde la labor docente es muy compleja (Galfrascoli y col., 2017). Me resultó muy interesante la investigación realizada por Galfrascoli y Veglia (2021) que construyeron secuencias de actividades para la enseñanza de las Ciencias Naturales en escuelas rurales que adoptan el plurigrado como dispositivo pedagógico-didáctico. El autor y la autora decidieron tomar el eje “los materiales y sus cambios” (evidentemente implica conocimientos de Química) porque se presentaba especialmente complejo para docentes rurales, y su abordaje en el currículo real es menos frecuente que el de otros grandes ejes que guían la enseñanza y el aprendizaje y que se explicitan en los documentos curriculares oficiales (Veglia y col., 2014 citado en Galfrascoli y Veglia, 2021). Esto coincide con lo que suelen decirme las docentes (lo pongo en femenino porque han sido todas

mujeres) que se desempeñan en la escuela primaria: prefieren elegir contenidos de Biología en lugar de Química, porque no se sienten seguras de poder afrontar estos últimos. Y dicho esto, creo haber justificado porqué me preocupa lo que sucede en el profesorado (que es donde se supone que estas docentes aprendieron Química).

### **CTS, ¿atrassa?**

Antes que nada aclaro que el título de esta sección remite al primer episodio que mencioné en la introducción, pero que en realidad cuando me refiero a CTS en la actualidad, podría también escribir CTSA, uso de problemas sociocientíficos, o cualquier enfoque que implique enseñanza en contexto, que me parece la manera en la que se deberían enseñar la Química y las demás disciplinas, particularmente en la escuela secundaria.

Como mencioné al inicio del artículo, durante el 2021 fui contratada por una universidad extranjera para proponer un nuevo plan de estudios para la Licenciatura en Docencia en Química de esa universidad. Como esa propuesta ya fue presentada pero no publicada, a continuación retomo algunas ideas que escribí para la misma.

La formación de las personas que ejercerán la profesión docente en todos los niveles educativos es reconocida, en el campo de la didáctica, como uno de los factores esenciales para lograr una enseñanza satisfactoria y, por lo tanto, un aprendizaje significativo por parte de la ciudadanía de las cuestiones científico-tecnológicas (García Carmona, 2013; Solbes y col., 2018).

Esta formación implica variadas cuestiones, ya que según Pontes Pedrajas y col. (2013):

“la profesionalidad docente está relacionada con aspectos tales como el interés por la docencia, el perfil profesional del profesorado, el desarrollo de competencias docentes, la visión de la educación secundaria actual, los problemas profesionales del profesorado, el papel de la motivación en el desarrollo profesional, la interpretación de los procesos de aprendizaje de la ciencia (las ideas de los alumnos, los obstáculos cognitivos,...), el uso de estrategias innovadoras y métodos activos para la educación científica (resolución de problemas, los trabajos prácticos de laboratorio, los mapas conceptuales,...), el papel de los nuevos recursos educativos (sobre todo Internet y las simulaciones por ordenador), la evaluación del aprendizaje, la iniciación a la investigación educativa, etc.” (Pontes y col, 2013).

El objetivo de la educación científica es la formación general de la ciudadanía, que vive en un mundo construido en parte por el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Esto implica que los y las docentes deben prepararse para formar una ciudadanía capaz de tomar decisiones relacionadas con el manejo y el control de la ciencia y la tecnología, tanto si van a ser profesionales que las desarrollan, como si van usar las mismas.

Desde hace más de dos años, gran parte de la humanidad se ha enfrentado con una pandemia causada por el virus COVID-19, que ha obligado a modificar la mayoría de las actividades. Especialmente el sistema educativo se ha visto obligado a recurrir a la modalidad virtual para el dictado de las clases en todos los niveles educativos.

Como afirmaron Fardoun y col. (2020) durante el primer año de pandemia:

“El sistema educativo está pasando por un momento trascendental. En casi todo el mundo, las escuelas y universidades están cerradas. Según un reporte de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2020), unos 185 países suspendieron las clases en todo su territorio más otros que suspendieron en forma parcial. En total, más de 1.500 millones de alumnos afectados. Esa cifra representa al 90% de la población estudiantil global (UNESCO, 2020). El cierre de las escuelas se justifica al ser una medida no clínica efectiva frente a las pandemias que frenan su avance, siendo su propagación en niños superior a la de los adultos (COTEC, 2020)”.

Como toda crisis, además de los aspectos trágicos como la muerte de muchas personas y las pérdidas económicas asociadas a la interrupción de muchas actividades productivas debido al aislamiento y distanciamiento obligatorio, ha generado también oportunidades, como lo ha sido en la educación la necesidad de cambiar rápidamente las estrategias de enseñanza, debiendo incorporarse las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los materiales educativos y en la evaluación del estudiantado.

Todo esto ha implicado, además de cambios culturales que han venido ocurriendo en los últimos años, que los y las docentes que deben desempeñarse en estos nuevos contextos necesiten desarrollar nuevas habilidades y transformarse. Antes bastaba con transmitir contenidos, ahora hay que facilitar un aprendizaje activo de parte del estudiantado. Está claro que los planes de estudio de carreras como la Licenciatura en Docencia de Química (que propongo renombrar como Licenciatura en Química con especialidad en Docencia de la Química), deben incorporar innovaciones no solo en algunas asignaturas, sino además necesitan un cambio en la modalidad de enseñanza, implicando esto capacidades distintas de las personas formadoras de docentes de las que requería la enseñanza tradicional. Por lo tanto, no solo debe modificarse la currícula, sino también el perfil de quienes dictan clases en el nivel universitario. Este incluye a personas formadoras de cualquier área del conocimiento; sean ciencias naturales, sociales, jurídicas, etc.

De aquí en más, me referiré a las personas que dicten clases en la Licenciatura en Química con especialidad en Docencia de la Química como “formadores”<sup>2</sup> (docentes universitarios que formarán a los egresados de la carrera), y a quienes egresen de la misma como “docentes” (quienes enseñarán Química en diferentes niveles educativos, incluido el nivel universitario).

Como afirma Carr (1990), los cambios en los modelos educativos están íntimamente relacionados con la formación que recibe el profesorado. Por otro lado, es importante para decidir cuál debe ser esa formación, tener en claro qué conocimiento especializado es necesario para enseñar, o sea cuál es el Conocimiento Didáctico del Contenido, CDC (Shulman, 1986) que debe poseer quien enseña, y qué es lo que diferencia a un profesor de un especialista en la materia; ello aplica a cualesquiera que sea la disciplina que se enseñe.

Existen diferentes puntos de vista sobre los aspectos que constituyen el CDC (Abell, 2007; Van Driel et al., 2014), a los que hay que agregar las TIC (Solbes y col., 2018) y las cuestiones de género. Pero, en

---

<sup>2</sup> Esto, obviamente, se refiere a formadores y formadoras.

definitiva, este CDC debe traducirse en competencias docentes que son las que van a definir el perfil del egresado de las distintas áreas del conocimiento.

Hoy, más que nunca (quedó demostrado en pandemia), la sociedad demanda una educación para la vida, fundamentada en el ser, el saber hacer, el saber vivir juntos, y no solo el saber conocer (Mora, 2015). Debemos entonces poder reconceptualizar las competencias a favor de una educación para el desarrollo humano y preguntarnos: ¿cuáles son las competencias que el profesorado de ciencias debería practicar para formar a sus estudiantes ante las exigencias de su mundo, de la vida, y particularmente en el contexto de problemáticas socioambientales? (Mora, 2015).

Si nos preguntamos cuáles son las competencias claves en el contexto de la educación científica, y si estamos de acuerdo en que se enseña cómo se ha aprendido, las competencias de los formadores deberían ser transmitidas a los docentes y estos a su vez ayudar a desarrollarlas en el estudiantado de todos los niveles educativos. En este caso, coincido con Adúriz Bravo (2012) en que estas competencias son de tres tipos:

- a) las propias de las ciencias naturales y que permiten hacer distinción de las demás dimensiones de la cultura, particularmente del conocimiento cotidiano;
- b) las genéricas ciudadanas, donde las ciencias naturales apenas son un contexto, y
- c) las epítome, claves, paradigmáticas o centrales a nivel disciplinar y metadisciplinar, para los procesos formativos de enseñanza y de aprendizaje (como son las que usan modelos de las ciencias, la comunicación/argumentación, y el dominio de los procedimientos de las ciencias).

A su vez, adhiero a las competencias específicas para quienes enseñan Química que enuncia García Carmona (2013):

- Conocer los desarrollos teórico-prácticos de la enseñanza y el aprendizaje de la Química.
- Transformar los currículos de Química en programas de actividades y de trabajo docente.
- Adquirir criterios de selección y elaboración de materiales didácticos para la enseñanza y el aprendizaje de la Química.
- Fomentar un clima que facilite el aprendizaje de la Química, poniendo en valor las aportaciones de los estudiantes.
- Conocer estrategias y técnicas de evaluación, y concebirla como un instrumento de regulación y estímulo para el aprendizaje.

Las competencias docentes y el conocimiento didáctico del contenido son piedras angulares para la formación de docentes CTS. Pero, además de definir el perfil del egresado, considero importante adelantar (me extenderé en ello más adelante) que, coincido con Solbes y col. (2018) en que “los profesores que han realizado mayores cambios en su práctica docente son los que poseen una mayor formación en didáctica de las ciencias, acompañada de la implementación de esta en el aula”. Si tenemos en cuenta que la formación de docentes primero es enseñanza (aplicada por sus formadores), que debe transformarse en aprendizaje del docente en formación, los formadores de los

egresados de la Licenciatura en Química con especialidad en Docencia de la Química, deben tener formación en didáctica de las ciencias, cualquiera sea la asignatura del plan de estudios que dicten. Además, este es un requisito para todos los profesores que enseñen una asignatura de cualquier licenciatura.

Para modificar un plan de estudios, no solo hay que cambiar el listado de asignaturas a dictarse sino, además, pensar en una nueva forma de enseñanza.

Mi propuesta se basa, fundamentalmente, en la formación de un profesorado CTS, teniendo en cuenta que la vertiente educativa del movimiento CTS propone un desafío innovador a la educación científica, pretendiendo sustituir la educación tradicional, por una educación más centrada en los estudiantes, más innovadora en objetivos personales, sociales y actitudinales y que ofrezca una imagen de la ciencia más actual y realista. Como expresa Vázquez Alonso (2014):

“El núcleo innovador del movimiento CTS es el cambio de enseñar los productos abstractos de la ciencia (hechos, conceptos, modelos y teorías científicas) a presentar una ciencia en contexto, donde no sólo tienen un papel los productos, sino también y predominantemente los procesos para comprender las relaciones con la tecnología, el medio ambiente y la sociedad. El objetivo es que los aprendizajes científicos sean instrumentos útiles para la vida diaria, ofrezcan una imagen adecuada de la ciencia y eduquen ciudadanos más responsables, racionales, creativos y críticos desde los temas CTS”.

Algunos de los objetivos de la educación CTS son:

- la renovación de la enseñanza tradicional de la ciencia mediante un nuevo enfoque contextualizado, centrado en los estudiantes, dirigido hacia la alfabetización científica para todos los ciudadanos,
- la renovación de los currículos escolares introduciendo la tecnología, la sociedad y el medio ambiente (CTSA),
- la inclusión de la tecnología en la educación científica,
- la transformación consiguiente del papel del profesor,
- la inclusión de temas propios y específicos del enfoque CTS (entre ellos los problemas y cuestiones sociales),
- la educación de actitudes y valores cívicos relacionados con la ciencia,
- el compromiso con la sostenibilidad medioambiental y las implicaciones de acción para la política,
- la mejora de la percepción pública de la imagen de la ciencia y la tecnología,
- el cuestionamiento de creencias y supersticiones relacionadas con la ciencia,
- las cuestiones de género en la ciencia,
- la toma de decisiones y regulaciones sociales para el futuro.

Entonces, como se pregunta Mora (2015): “si las áreas curriculares tradicionales como las matemáticas, las ciencias y el lenguaje se consideran principales e intocables, ¿cómo lograr que las educaciones para... (el consumo, la equidad, la paz, el desarrollo, el ambiente, etc.) dejen de ser secundarias, a la manera de simples transversales electivos (no obligatorios) y de relleno en los planes de estudio?”. Creo que la respuesta a esto es la educación CTS. Los perfiles de competencias ofrecen un marco idóneo para plantear la formación de los docentes CTS porque muestran la necesidad de un cambio de paradigma.

Coincido con Vázquez Alonso (2014) en las competencias del profesorado de la siguiente tabla:

Competencias genéricas	Competencias específicas CTS
Evidenciar cultura y dominio de las disciplinas de docencia	Dominar y seleccionar los tópicos relevantes de enseñanza CTS. Potenciar la aplicación de los conocimientos al mundo real. Dedicar tiempo para discutir y evaluar esas aplicaciones. Evidenciar los impactos y las limitaciones de la CyT para resolver los complejos problemas sociales.
Dominar la lengua de docencia (oral y escrita)	Promover la interacción y la comunicación comprensiva en el aula. Desarrollar la capacidad lingüística para la argumentación.
Crear y planificar situaciones de docencia y de aprendizaje	Dedicar tiempo suficiente a planificar los procesos de enseñanza y de aprendizaje y la programación de aula.
Aplicar las situaciones de enseñanza	Aplicar flexiblemente el currículo y la programación. Integrar con armonía los temas CTS en el aprendizaje científico.
Evaluar la progresión de los aprendizajes	Evaluar al estudiantado con variedad de instrumentos. Evaluar la enseñanza practicada para mejorarla.
Gestionar la clase	Proporcionar un “clima” acogedor afectivamente y estimulante intelectualmente. Ayudar a que el estudiantado sea participativo y creativo. Suscitar temas, debates, diálogos y preguntas interesantes. Animar el planteo de preguntas, temas de investigación, nuevas ideas y buscar respuestas, incluso fuera del aula de ciencias. Pedir siempre argumentos para sostener las ideas.
Adaptar la enseñanza a las características del alumnado (atención a la diversidad)	Mantener altas las expectativas sobre los logros de sus alumnos. Apoyar y potenciar las iniciativas de éstos. Hacer ver a los alumnos la utilidad de la ciencia y la tecnología. Fomentar autoestima y altas expectativas en los estudiantes, respecto a sus propias habilidades, para utilizarlas y tener éxito. Propiciar las decisiones y acciones de los estudiantes, cuando sea necesario y adecuado.
Integrar las TIC en las actividades de enseñanza y aprendizaje	Utilizar una amplia variedad de recursos, personas de la comunidad y redes sociales TIC. Fomentar el uso de TIC como herramientas de información. Estudiar las TIC como contenido CTS clave del siglo XXI.
Trabajar en equipo con el profesorado de la escuela	Aprender junto a sus colegas y con sus estudiantes. Desarrollar proyectos colaborativos interdisciplinarios.



Colaborar con la dirección pedagógica	Abrir el aula: el aprendizaje trasciende las paredes del aula. Integrar la enseñanza CTS en la organización escolar.
Participar en el desarrollo profesional continuo	Aprender nuevas ideas, habilidades y acciones, incluyendo tanto las que provienen de indagar activamente en la psicopedagogía de la disciplina como de la actualidad científico-tecnológica.
Comportarse con ética profesional	Educar para la vida y para vivir Desarrollar desde CTS la formación moral y cívica de los alumnos.

Tabla 1. Competencias profesionales del profesorado CTS

Quiero aclarar que aunque muchos didactas de las ciencias los clasifiquen como distintos, yo incluyo en el nombre Educación CTS (o CTSA) también la corriente de los temas socio-científicos, que tienen relevancia social y permiten el desarrollo de argumentación, pensamiento crítico y educación moral de los estudiantes.

Dentro de la educación CTS también es fundamental el CDC del profesorado, como afirma Vázquez Alonso (2014):

“El otro gran componente innovador de la formación docente es la atención al conocimiento didáctico del contenido (CDC), por su flexibilidad para usarse tanto en la formación inicial como en la formación continua de docentes. El concepto de CDC combina conocimientos de la materia CTS (conocimiento sintáctico y substantivo), conocimientos didácticos generales (instrucción, gestión de aula, evaluación y aprendizaje) y conocimiento del contexto educativo (estudiantes, escuela, comunidad y sociedad) para construir un nuevo conocimiento práctico (CDC) que integra conocimiento de enseñanza, currículo, aprendices, estrategias de enseñanza y evaluación. Un amplio dominio del CDC para CTS aumenta la probabilidad de que se lleve a cabo una enseñanza eficaz de los temas CTS”.

En base a todo lo argumentado hasta el momento, propuse un plan de estudios para la formación de docentes de Química (ver Anexo I). El Plan de Estudios propuesto se basa en una formación disciplinar rigurosa en Química, Matemática, Física y Biología, en un núcleo de asignaturas relacionadas con el Aprendizaje y Enseñanza de la Química, y en otras asignaturas dirigidas a la Innovación docente y la introducción a la Investigación educativa.

De todas formas, soy una convencida que para aprender a enseñar es más valioso tener docentes que enseñen de forma innovadora que atiborrarse de contenidos teóricos que luego no logran incorporarse a la forma de dar clases en el aula. Se enseña de la misma forma en que se aprendió, y no alcanza con incorporar asignaturas novedosas si se sigue enseñando de manera tradicional.

Es un Plan de Estudios pensado en formar Licenciados en Química con especialidad en Docencia de la Química que contribuyan a educar a la ciudadanía para la vida y que está orientado hacia objetivos CTS, por ello se incluyen asignaturas que ayuden a el y la docente a basarse en cuestiones sociocientíficas que requieren una formación multidisciplinaria para ser presentados en el aula. El Plan pretende incluir enfoques complementarios que permitan una visión amplia y diversa de las diferentes modalidades de enseñanza. Coincidiendo con Oliva (2020):

“La formación inicial no debería enfocarse sólo hacia una formación CTS. Más bien, se trataría de aportar una visión integral amplia, en la que las distintas tradiciones didácticas existentes, se contemplen como alternativas potenciales en la toma de decisiones del docente. Además, nos situamos junto a dos enfoques complementarios, que han marcado aportaciones sustantivas en formación del profesorado:

- a) el enfoque socio-constructivista, y
- b) el enfoque reflexivo en la formación docente”.

En el Plan de Estudios que propuse he incluido asignaturas cuyos contenidos no estaban incluidos en el plan anterior como Biología Celular y Molecular, Estadística y elementos de quimiometría, Educación Científica con enfoque CTS, Anatomía y Fisiología, Introducción a la Salud Pública, Género y educación científica, Filosofía de las ciencias, Historia de la Química y Desarrollo de materiales educativos con TIC.

Obviamente, en la propuesta que hice justifiqué el porqué de la inclusión de todas estas materias, pero como muchas de ellas ya están incluidas en los planes de estudio de los profesorado de Química de la Argentina, solo me voy a referir a Educación científica con enfoque CTS y a Género y educación científica.

Comienzo con CTS. La educación científica tiene propósitos que han ido modificándose según el contexto histórico. Muchos de estos propósitos son coincidentes con el movimiento Ciencia – Tecnología – Sociedad (CTS), el cual surgió en el contexto de la crítica al modelo de desarrollo con fuerte impacto ambiental y de la reflexión sobre el papel de la ciencia y la tecnología (CyT) en la sociedad. Los diferentes slogans que vienen siendo usados en la educación científica, aunque presentan características comunes, enfatizan aspectos diversificados en su enfoque, que inducen a concepciones divergentes que necesitan ser clarificadas.

A pesar de que el movimiento CTS ha tomado diferentes rumbos en su trayectoria histórica y ha disminuido su influencia en determinados espacios, aún permanece activo y puede ser recontextualizado dentro de las demandas actuales de la educación científica para que la misma esté comprometida con la formación de ciudadanos y ciudadanas para una sociedad más justa e igualitaria. Sin embargo, es de destacar que, más importante que establecer un slogan para la educación científica, se debe hacer una explicitación clara de su significado para evitar interpretaciones ingenuas.

El curso que propongo pretende brindar las herramientas para comprender cómo la enseñanza de las ciencias con enfoque CTS puede contribuir a la formación de una ciudadanía crítica y participativa conforme a los desafíos que nos presenta el siglo XXI.

Y como manifiesta Vázquez Alonso (2014), la enseñanza CTS debe ser explícita, y cumplir con dos condiciones clave:

1. El tratamiento intencional y planificado de los contenidos de la enseñanza CTSA por el profesor (objetivos, criterios, actividades, evaluación), como opuesto al tratamiento implícito, indirecto, no intencional o no planificado, y
2. La realización de actividades meta-cognitivas de auto-reflexión sobre CTSA por los estudiantes, donde los estudiantes tienen la oportunidad de pensar sobre su propio trabajo, lo que hacen y por qué razón lo hacen, comparar y discutir su enfoque con otros estudiantes o con el trabajo de los científicos, y debatir, argumentar y tomar decisiones sobre estas cuestiones.

Como esta es una materia que dicto, me atrevo a incluir los objetivos, los propósitos y los contenidos de la misma (Anexo 2).

Con respecto a la inclusión de la asignatura Género y educación científica, estoy convencida que es necesaria una formación específica para el profesorado en las cuestiones de género. Esta formación ha de incluir una autorreflexión respecto a estos temas que propicie en ellos y ellas un cambio real en

su sistema axiológico, incorporando como esencial los valores de la ética cívica. Como escriben López-Francés y col. (2016):

“El alumnado exige docentes comprometidos con su investigación y docencia pero también remarcan la necesidad de que asuman un enfoque basado en los valores de la ética cívica, reflexivo, deliberativo y orientado a formar, no sólo profesionales, sino también personas y ciudadanos/ciudadanas.

Es fundamental lograr esto para erradicar la existencia de ese trato diferenciado que encorseta al alumnado en función del sexo/género, obstaculizando su desarrollo personal e impidiendo que manifieste todas y cada una de sus capacidades. Incorporar el principio de igualdad en el ámbito universitario es un requisito imprescindible para alcanzar la calidad y la excelencia académica, aprovechando el potencial y capacidades de toda la comunidad, mejorando la rentabilidad del tiempo, de los recursos humanos y del mismo conocimiento, consolidándose un compromiso firme en la construcción de una sociedad más equitativa. Conseguir esta igualdad efectiva entre mujeres y varones es una prioridad, puesto que “(...) una sociedad no es mínimamente justa hasta que no facilita a sus miembros las precondiciones de una vida a la altura de la dignidad humana” (Nussbaum, 2012: 95). Y el profesorado universitario es clave”.

El Programa que incluyo (Anexo 3), ha sido desarrollado por la Dra. Claudia Arango (Dra. en Educación. Mención Ciencia Sociales y Humanas, Universidad Nacional de Quilmes y Magister en Género, Política y Sociedad. FLACSO).

### **La enseñanza de la Química en la escuela secundaria**

Si bien la enseñanza de la Química presenta desafíos en todos los niveles educativos, creo que es en la escuela secundaria donde esto es más acuciante. Ya en el inicio de este artículo he relatado una anécdota personal que me ha hecho volver a preguntarme: ¿qué objetivos tiene la enseñanza de la Química en el secundario? Sabemos que este nivel en sus inicios tuvo una función propedéutica: las escuelas medias surgieron como escuelas preparatorias para la Universidad (Zysman, 2015), pero desde que la escuela secundaria se tornó obligatoria, los objetivos de la misma cambiaron. La extensión de la obligatoriedad escolar en Argentina afronta las limitaciones que supone incorporar nuevos sectores a la escuela secundaria (Terigi y col., 2013), esto implica que el profesorado debe estar preparado para enseñar a quienes formarán parte de la ciudadanía adulta, sea que vayan a seguir estudios universitarios o se incorporen a la sociedad desde otros roles.

Opino que para esa formación docente podría ser útil lo que propuse en la primera parte de este artículo, que podemos llamar, de forma general, enseñar Química en contexto.

En una investigación realizada hace unos años (ahora hay que decir *prepandemia*) Meroni y col. (2015) encontraron que algunos docentes de Química innovadores utilizaban las siguientes estrategias para contextualizar la enseñanza:

- a) introducción de materiales del cotidiano en las prácticas de laboratorio;
- b) uso de situaciones de la vida cotidiana para la construcción de conceptos;
- c) encuentros con personas científicas y visitas didácticas a establecimientos dedicados a actividades de química (instalaciones industriales y de investigación);
- d) actividades CTS, y
- e) proyectos de iniciación a la investigación.

Y acá me detengo un momento para preguntarme qué objetivo tiene seguir enseñando la configuración electrónica detallada a estudiantes de escuela secundaria que, en su mayoría, no la usarán nunca en su vida (salvo que vayan a seguir alguna carrera relacionada con la Química). Sigo...

De los puntos enumerados por Meroni y col. (2015) me voy a referir a las actividades CTS porque, intentando contestar a la pregunta “¿CTS atrasa?”, creo que tal vez lo que puede estar desfasado con la realidad del estudiantado de la escuela secundaria son las actividades CTS que se proponen en el aula, que deben incluir contenidos contextualizados. Esos contenidos se definen como emergentes de la interacción de la contextualización cotidiana, disciplinar y metadisciplinar durante la enseñanza. Según Parga-Lozano y Piñeros-Carranza (2018):

- La contextualización disciplinar es el saber académico de referencia (conocimiento químico) para comprender sus principios, definiciones, conceptos, leyes, teorías, experimentos, representaciones, metodologías. Johnstone (1982) asume que para estudiar la química se consideren los niveles macroscópico, microscópico y representativo o simbólico. Mortimer y colaboradores (2000) citados por Souza y Cardoso (2010) asumen los niveles fenomenológico, representativo y teórico/ conceptual y Jensen (1998) los niveles de composición molar, composición atómico molecular y composición electrónica. Cualquiera que sean los niveles de organización del contenido disciplinar, es necesario identificarlos y definirlos como criterios de contextualización disciplinar para enseñar la química.
- La contextualización metadisciplinar son las implicaciones históricas, epistemológicas, sociales, tecnológicas, ambientales, culturales, de la química, para evidenciar la construcción y relación del conocimiento químico con tales implicaciones y de estas hacia a química. Este tipo de contextualización involucra lo que Vázquez (2004) considera contextualización histórica, metodológica y socio ambiental.
- La contextualización cotidiana se relaciona con la utilidad (al permitir abordar y resolver un problema del entorno, por ejemplo, y desarrollar capacidades – competencias en los estudiantes), aplicabilidad (de los componentes de la contextualización disciplinar y metadisciplinar y cotidiana), importancia (al valorar la química más allá de lo conceptual) e interacciones de la química en los diversos contextos, para comprender el funcionamiento del mundo en el que están inmersos los estudiantes. Este nivel es fundamental porque de él emergen problemas desde los cuáles el profesorado puede organizar contenidos a manera de preguntas, controversias, para abordar con los estudiantes.

Hace dos años, a inicios de la pandemia, con mi grupo de investigación y algunas personas colaboradoras, publicamos un libro intitulado Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad, donde presentamos propuestas de articulación de las Ciencias Naturales y Sociales para docentes y estudiantes de nivel secundario y terciario (Lampert y col., 2020a). El objetivo principal de ese libro fue ofrecer material didáctico que pueda ser usado por el profesorado de los distintos niveles educativos, de tal forma que la educación CTS llegue a las aulas. La introducción, escrita por Manassero Mas y Vázquez Alonso, referentes de la investigación en didáctica de las ciencias, hace una semblanza histórica de la educación científica con enfoque CTS. Los capítulos tocan temas en los cuales el desarrollo científico y tecnológico repercute en la sociedad actual, por ejemplo, relacionados con el ambiente, los alimentos para seres humanos y mascotas y otros.

Los problemas del ambiente son un tema crucial en nuestros días, y de los cuales es fundamental crear conciencia en la ciudadanía para que el estudiantado comprenda la gravedad de los efectos de la actividad humana sobre nuestra querida Tierra. Para el tratamiento de esta problemática en el aula se pueden utilizar algunos de los capítulos incluidos en el libro, por ejemplo los referidos a riesgo

hídrico (Cortizas y Jeannerot, 2020), arsénico en agua (Condolucci y col, 2020), envases plásticos (Coma, 2020) y minería (Castañeda, 2020). La ventaja de este material didáctico es que puede ser adaptado por los y las docentes de Química para enseñar diferentes conceptos según el nivel educativo en el que se desempeñen.

Mientras estoy terminando de escribir este artículo recibo el último número de la revista Enseñanza de las Ciencias que refuerza mis ideas, ya que aparecen tres trabajos relacionados con la temática ambiental: uno sobre el cambio climático, el otro sobre las temáticas socioambientales y el último referido a la gestión de los recursos hídricos.

Uno de los títulos es *El cambio climático en la educación secundaria*, en el mismo los autores, entre otras cosas, dicen:

“El cambio climático (CC) está adquiriendo un creciente protagonismo en el sistema educativo. Las representaciones sociales de la población, sin embargo, revelan un conocimiento limitado y distorsionado de los aspectos que lo caracterizan y, por lo tanto, están lejos de traducirse en procesos de enseñanza-aprendizaje<sup>3</sup> acordes con la gravedad de la crisis socioambiental. Esto sucede también entre el alumnado de educación secundaria” (García-Vinuesa y col., 2022). Los autores, basándose en los resultados de su investigación, concluyen que es necesario promover cambios en los modos de educar a las generaciones más jóvenes sobre el alcance y la relevancia del CC en nuestras sociedades.

En otro artículo, el de Watanabe y col. (2022), los autores afirman que la naturaleza abierta de las temáticas socioambientales requiere de una mirada compleja en el contexto educativo. La investigación realizada permitió detectar aspectos compartidos en las acciones educativas de algunos grupos, estos son: una formación en la que la persona debe actuar en el mundo y proyectar su futuro considerando las incertidumbres que le trae, así como buscar los estudios de los fenómenos del mundo y la realidad, considerando las controversias, ideas previas y cosmovisiones. Y, en relación con el enfoque epistemológico, incluidos los conceptos científicos escolares, se apuntan los problemas sociales y ambientales.

En el último de los artículos referido a cuestiones ambientales, Benarroch y col. (2022) afrontan el tema de la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos, que en nuestro libro (Lampert y col., 2020a) también se trata en varios capítulos. En el artículo de Benarroch y col. (2022) se muestran las dificultades de futuros docentes de Primaria y de Secundaria en sus concepciones sobre el agua. Esos estudiantes conciben que la naturaleza presenta problemas físicos de escasez de agua, y que es necesario aumentar su disponibilidad mediante estructuras hidráulicas o mediante la extracción de agua subterránea. Coincido con los autores que estas dificultades deben ser consideradas en las aulas universitarias.

La importancia de la enseñanza de la Química en la escuela secundaria y la necesidad de modificarla, también aparece en el reciente artículo de Hernández Montes y col. (2022), donde se indagaron las actitudes hacia la química de estudiantes de secundaria. Los resultados revelaron actitudes relativamente bajas en las dos dimensiones cognitiva y afectiva, y que otros factores, como los cálculos matemáticos, el lenguaje de la química y la metodología del docente también son relevantes en el desarrollo de las actitudes hacia la química.

Nuestro grupo de investigación también ha trabajado el tema de la educación alimentaria (estrechamente ligada a la Química), y hemos producido material didáctico que puede ser adaptado a

---

<sup>3</sup> La cita es textual, pero aclaro que lo que me parece correcto es hablar de “procesos de enseñanza y de aprendizaje”.

---

las aulas de diferentes niveles educativos. Rocío García Lázaro (2020) se dedica a la yerba mate: importancia económica, tecnología de producción y efectos medicinales. Juan Martín Ayosa (2020) nos da algunos consejos alimentarios para que disfrutemos de las comidas sin poner en riesgo nuestra salud, introduciendo el concepto de inocuidad alimentaria, que es tratado también de forma más extensa en el libro de Lampert y col. (2021a) que considero muy útil para su uso en las escuelas rurales. Y Lampert y col. (2020b) se adentran en la alimentación de las mascotas.

Y, entrecruzando dos cuestiones sociocientíficas, Claudia Arango (2020) habla de alimentos desde una mirada de género, haciendo hincapié en la seguridad alimentaria, tema que puede profundizarse en el libro de Lampert y col. (2021b).

### Conclusiones

Espero que quienes hayan llegado hasta el final de esta larga reflexión consideren que he respondido a la pregunta de si CTS atrasa. Repito que creo que los objetivos de la educación CTS siguen más vigentes que nunca<sup>4</sup> y que su aplicación puede beneficiar grandemente a la enseñanza de la Química en todos los niveles educativos, pero en especial en la escuela secundaria.

Es imprescindible que dejemos de enseñar en el secundario los conceptos químicos de la misma manera que luego serán impartidos en la universidad a quienes habrán elegido cursar carreras de Química o relacionados con la misma. El objetivo primordial de la escuela secundaria actual es formar una ciudadanía con pensamiento crítico, que pueda reflexionar acerca de la información que le llega por todos los medios de comunicación, incluidas las redes sociales, y que pueda tomar decisiones fundadas en los conceptos aprendidos en las aulas, y argumentar por qué las toma.

Y quiero terminar citando a quien para mí fue un gran maestro, editor de la revista mexicana Educación Química, quien lamentablemente nos dejó hace unos años, el Dr. Andoni Garritz, quien hace más de una década afirmaba que la sociedad del siglo XXI estaba caracterizada por la incertidumbre, y que debíamos adaptar la enseñanza de la Química para esa sociedad (Garritz, 2010). ¡Y eso que todavía no había llegado la pandemia!

“Siempre que razonamos que la sociedad, su ciencia y su tecnología están cambiando muy rápidamente hablamos de la necesidad de modernizar la educación” (Garritz, 2010).

### Referencias bibliográficas

- Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. En S. K. Abell y N. G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1150). N.Y.: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203824696>
- Adúriz-Bravo, A. (2012). Competencias: epítome en la didáctica de las ciencias naturales. En: A.C. Zambrano y C. Uribe (comp.) (2012). *La formación de educadores en ciencias en el contexto de la investigación en el aula*. Segundo Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología, 21 al 25 de junio de 2010. Cali: Educyt.
- Arango, C. (2020). La seguridad alimentaria. ¿Solo una cuestión de mujeres? En: Lampert, D., Arango, C y Porro, S. (Comp). *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad* (pp. 95-102). Aula Taller.

---

<sup>4</sup> Del 22 al 24 de noviembre se realizará el VIII SIACTS (Seminario Iberoamericano CTS), más información en <https://www.cruzeirosul.edu.br/a-cruzeiro-do-sul/siacts/espanhol/>

---

- Ayosa, J. M. (2020). Fiestas microbiológicas. Un acercamiento a la inocuidad navideña. En: Lampert, D., Arango, C y Porro, S. (Comp). *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad* (pp. 89 -94). Aula Taller.
- Baroni de Peredo, B. M. (2022). *Historia de una vocación*. Mar del Plata: Bruna Milena Baroni.
- Benarroch, A., Rodríguez-Serrano, M. y Ramírez-Segado, A. (2022). Conocimientos del profesorado en formación inicial sobre la Nueva Cultura del Agua. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(2), 147-166. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3554>
- Bertelle, A., Stoessel, A. F., Grasselli, C. y Trezza, M. (2018). Una propuesta de formación continua en química de docentes de nivel inicial. *Memorias de la Reunión de educadores en la Química, XVIII REQ*. Marcela Altamirano y Teresa Quintero (Comp.). UniRío editora. Pp. 163-167. ISBN 978-987-688-268-2
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 21-34.
- Carr, W. (1990). Cambio educativo y desarrollo profesional. *Investigación en la escuela*, 11, 3-11.
- Castañeda, S. (2020). Extractivismo en Argentina, el caso de la mega-minería a cielo abierto. La cordillera a pura dinamita. En: Lampert, D., Arango, C y Porro, S. (Comp). *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad* (pp. 65 - 74). Aula Taller.
- Coma, M.E. (2020). ¿No más envases plásticos? Alternativas biodegradables para cuidar el medioambiente. En: Lampert, D., Arango, C y Porro, S. (Comp). *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad* (pp. 57 - 64). Aula Taller.
- Condolucci, M, Porro, S y Lampert, D. (2020). ¿Geología en los alimentos? La presencia de arsénico en agua. En: Lampert, D., Arango, C y Porro, S. (Comp). *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad* (pp. 45-56). Aula Taller.
- Cortizas, L. y Jeannerot, M. (2020). Transformaciones socio-territoriales en áreas de riesgo hídrico. El caso de los humedales urbanos argentinos. En: Lampert, D., Arango, C y Porro, S. (Comp). *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad* (pp. 37-44). Aula Taller.
- Fardoun, H., Yousef, M., González-González, C. & Collazos, C. A. (2020). Estudio exploratorio en Iberoamérica sobre procesos de enseñanza-aprendizaje y propuesta de evaluación en tiempos de pandemia. *Education in the Knowledge Society*, 21, article 17, 1-9. Recuperado a partir de: <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/2091>
- Galfrascoli, A., Lederhos, M. y Veglia, S. (2017). Prácticas educativas en educación rural: Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Investigación en la escuela*, 93, 43-57.
- Galfrascoli, A. y Veglia, S. (2021). Las características de las secuencias de actividades para la enseñanza de las ciencias naturales en plurigrado. La experiencia desarrollada en dos escuelas rurales santafesinas. *Estudios Rurales*, 11 (22). URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/181/1811955001/index.html>

- García-Carmona, A. (2013). Educación científica y competencias docentes: Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10, 552-567.
- García Lázaro, R. (2020). Ciencia, tecnología y sociedad de la yerba mate. En: Lampert, D., Arango, C y Porro, S. (Comp). *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad* (pp. 81-88). Aula Taller.
- García-Vinuesa, A., Meira Cartea, P. Á., Caride Gómez, J. A. y Bachiorni, A. (2022). El cambio climático en la educación secundaria: conocimientos, creencias y percepciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(2), 25-48. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3526>
- Garriz, A. (2010). La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. *Educación química*, 21(1), 2-15.
- Hernández Montes, L. E., Ferreira Campos, R. A., Contreras Sanzana, G. y Rodríguez Rodríguez, M. C. (2022). Actitudes hacia la química de estudiantes chilenos de secundaria: un estudio de métodos mixtos. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(2), 89-107. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3497>
- Lampert, D., Arango, C., Porro, S., Vázquez Alonso, A., Manssero-Mas, M.A., Cortizas, L., Jeannerot, M., Condolucci, M., Coma, M. E., Castañeda, S., Vázquez, F., García Lázaro, R., Ayosa, J.M., Vega Di Nezio, M., Russo, M., Uzquiza, G., Fernández Varela, R. & Lewkowicz, E. (2020a). *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Aula Taller.
- Lampert, D., Vega Di Nezio, M. y Russo, M. (2020b). Paleontología y anatomía alimentaria canina: una historia educativa. En: Lampert, D., Arango, C y Porro, S. (Comp). *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad* (pp. 103-112). Aula Taller.
- Lampert, D., Leva, G., Russo, M. y Scandroglio, N. (2021a). *Introducción a la Inocuidad Alimentaria en Instituciones Educativas: Escuelas Agrarias, Técnicas, Rurales y granjas educativas*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Del Aula Taller.
- Lampert, D., Crivaro, L., García Lázaro, R. y Condolucci, M. (2021b). *Seguridad Alimentaria: Aportes para su enseñanza en las Ciencias Sociales y Naturales*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Aula Taller.
- López-Francés, I., Viana-Orta, M.I. & Sánchez-Sánchez, B. (2016). La equidad de género en el ámbito universitario: ¿un reto resuelto? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(2), 349-361. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.19.2.211531>
- Meroni, Gabriela, Copello, María Inés, & Paredes, Joaquín. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación química*, 26(4), 275-280. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>
- Mora, W.M. (2015). Desarrollo de capacidades y formación en competencias ambientales en el profesorado de ciencias. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Tecné, Episteme y Didaxis*, (38), 185-203.



- Oliva, J. M. (Noviembre 2020). La educación CTS en la formación inicial del profesorado de Secundaria: reflexiones y estudio de caso. En: A. Vilches (Presidencia). *VII Seminario Iberoamericano CTS (VII SIACTS)*. Mesa redonda Formación del profesorado y CTS. AIACTS. Valencia.
- Parga-Lozano, D. y Piñeros-Carranza. G. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Educación Química*, 29 (1), 55-64. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2018.1.63683
- Pontes Pedrajas, A., Serrano, R., & Poyato, F. J. (2013). Concepciones y motivaciones sobre el desarrollo profesional docente en la formación inicial del profesorado de educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 10 (Núm. Extraordinario), 533-551.
- Rocha, A., Bertelle, A., Iturralde, C., García de Cajén, S., Roa, M., Fuhr Stoessel, A. y Bouciguez, B. (2013). Formación de Profesor de Química en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Núm. Extraordinario), 836-845.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Solbes, J., Fernández-Sánchez, J., Domínguez-Sales, M. C., Doménech, J. C., & Aranzábal, J. G. (2018). Influencia de la Formación y la Investigación Didáctica del Profesorado de Ciencias sobre su Práctica Docente. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 25-44.
- Terigi, F., Briscioli, B., Scavino, C., Morrone, A., & Toscano, A. G. (2013). La educación secundaria obligatoria en la Argentina: entre la expansión del modelo tradicional y las alternativas de baja escala. *Revista Del IIICE*, (33), 27-46. <https://doi.org/10.34096/riice.n33.1099>
- Van Driel, J. H.; Berry, A. y Meirink, J. (2014). Research on Science Teacher Knowledge. En N. G. Lederman y S. K. Abell (eds.), *Handbook of Research on Science Education*. Abingdon: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203097267.ch42>
- Vázquez Alonso, Ángel. (2014). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la Formación de Docentes en Educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-Pluriversidad*, 14(2), 37-49. Recuperado a partir de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/unip/article/view/20055>
- Watanabe, G., Calafell Subirà, G. y Rodríguez Marín, F. (2022). ¿Cómo incorporamos la complejidad en actividades de educación científica y ambiental? *Enseñanza de las Ciencias*, 40(2), 109-124. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3504>
- Zysman, A. (2015). La escuela secundaria obligatoria como política educativa: tensiones históricas y desafíos para la inclusión. *Espacios de crítica y producción*, (51), 13-26.

**Anexo I: PROPUESTA DE PLAN DE ESTUDIOS para la Licenciatura en Química con especialidad en Docencia de la Química**

## NOMBRE DE LAS ASIGNATURAS Y CARGA HORARIA

## PRIMER AÑO

## Primer semestre

- Matemática I (Existente en el Plan vigente) (5 horas)
- Física I (Existente en el Plan actual como Fundamentos de Física I) (6 horas)
- Química General (Nueva asignatura) (8 horas)
- Biología General (Existente Plan vigente: Principios de Biología) (6 horas)
- Expresión oral y escrita (Existente en el Plan vigente) (4 horas)
- Pedagogía General (Existente en el Plan vigente) (3 horas)

## Segundo semestre

- Matemática II (Existente en el Plan vigente) (5 horas)
- Química experimental y seguridad en el laboratorio (Exist. Plan vig) (5 horas)
- Química Analítica (Existente en el Plan vigente) (8 horas)
- Física II (Existente en el Plan vigente como Fundamentos de Física II) (6 horas)
- Biología Celular y Molecular (Nueva asignatura) (4 horas)
- Inglés científico (Existente en el Plan vigente) (4 horas)

## SEGUNDO AÑO

## Tercer semestre

- Química Inorgánica I (Existente en el Plan vigente) (6 horas)
- Anatomía y Fisiología (Nueva asignatura) (3 horas)
- Estadística y elementos de quimiometría (Nueva asignatura) (5 horas)
- Educación Científica con enfoque CTS (Nueva asignatura) (5 horas)
- Química Orgánica I (Existente en el Plan vigente) (6 horas)
- Crecimiento y desarrollo (Existente en el Plan vigente) (4 horas)

## Cuarto semestre

- Química Inorgánica II (Existente en el Plan vigente) (6 horas)

- Química Orgánica II (Existente en el Plan vigente) (6 horas)
- Química Física I (Existente en el Plan vigente) (6 horas)
- Género y educación científica (Nueva asignatura) (3 horas)
- Introducción a la Salud Pública (Nueva asignatura) (3 horas)
- Filosofía de las ciencias (Nueva asignatura) (5 horas)

### TERCER AÑO

#### Quinto semestre

- Ciencias del espacio y de la Tierra (Existente en el Plan vigente) (3 horas)
- Historia de la Química (Nueva asignatura) (3 horas)
- Didáctica de la Química (Existente en el Plan vigente) (4 horas)
- Química Física II (Existente en el Plan vigente) (6 horas)
- Bioquímica (Existente en el Plan vigente) (6 horas)
- Aprendizaje (Existente en el Plan vigente) (3 horas)
- Pedagogía General (Existente en el Plan vigente) (3 horas)

#### Sexto semestre

- Química de la Tierra (Existente en el Plan vigente) (4 horas)
- Química y Ambiente (Existente en el Plan vigente) (5 horas)
- Planeamiento curricular (Existente en el Plan vigente) (4 horas)
- Organización y administración escolar (Existente en el Plan vigente) (4 horas)
- Comunicación y tecnología educativa (Existente en el Plan vigente) (4 horas)
- Química de procesos (Existente en el Plan vigente) (5 horas)

### CUARTO AÑO

#### Séptimo semestre

- Química de los materiales (Existente en el Plan vigente) (3 horas)
- Diseño experimental para la enseñanza de Química (Plan vigente) (5 horas)
- Desarrollo de materiales educativos con TIC (Nueva asignatura) (5 horas)
- Evaluación de los aprendizajes (Existente en el Plan vigente) (4 horas)
- Investigación en la Enseñanza de la Química I (Existe Plan vigente) (4 horas)

- Pedagogía de los valores (Existente en el Plan vigente) (3 horas)

Octavo semestre

- Investigación en enseñanza de la Química II (Existe Plan vigente) (4 horas)
- Estrategias de enseñanza y aprendizaje (Existente en Plan vigente)(4 horas)
- Práctica docente (Existente en el Plan vigente) (6 horas)
- Trabajo de graduación (Existente en el Plan vigente) (3 horas)

Idioma:

Para obtener el título deberá aprobarse un examen final de Inglés.

## **Anexo 2. Programa de Educación científica con enfoque CTS**

Objetivos:

- Realizar una revisión general de la literatura dedicada a analizar a la educación científica con enfoque CTS.
- Reflexionar acerca de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, y de su enseñanza en diferentes niveles educativos.
- Proponer una perspectiva CTS en la enseñanza de las ciencias, superadora de la visión tradicional de la ciencia como neutral y objetiva, usual en la educación clásica.
- Reflexionar sobre los procesos de construcción social de la utilidad/inutilidad de los conceptos científicos y tecnológicos.
- Introducir al estudiantado (futuro profesorado) en una literatura relativamente poco difundida en la formación de docentes de ciencias.

Propósitos de la docente

El propósito de la docente es contribuir a promover una reflexión sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias entre los y las profesionales de la educación, que debe incorporarse de manera consciente y explícita a un debate que habitualmente no se da. Para facilitar esta reflexión se parte del concepto clave de relevancia de la ciencia escolar. Hay diversos puntos de vista acerca de para qué es relevante la ciencia escolar, que se corresponden con distintas finalidades de la enseñanza de las ciencias, algunas de las cuales tienen que ver con la idea más general de educación científica para la ciudadanía. La docente pretende, además, introducir la noción de alfabetización científica, otro concepto clave íntimamente relacionado con los anteriores. También se propone tener en cuenta las principales propuestas del movimiento educativo CTS para establecer finalidades de la enseñanza de las ciencias más amplias, destinadas a conseguir una alfabetización científica de todas las personas con el fin de que puedan ejercer mejor la ciudadanía en un mundo cada vez más impregnado de ciencia y tecnología.

## Contenidos

- Unidad 1. Finalidades de la enseñanza de las ciencias. Relevancia de la ciencia escolar. Finalidades de la educación científica. Educación científica para la ciudadanía. Alfabetización científica. Propuestas del movimiento educativo CTS. Educación CTS.
- Unidad 2. Ciencia y tecnología, poder y democracia. Papel transformador del progreso científico y tecnológico sobre la sociedad. Influencia del conocimiento científico en el proceso de globalización. Necesidad del conocimiento científico en las decisiones públicas y privadas.
- Unidad 3. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), educación para un futuro sustentable. Situación de emergencia planetaria. Sostenibilidad y desarrollo sostenible. Papel de la CyT en la resolución de los problemas que amenazan el futuro de la humanidad. Obstáculos que dificultan la implicación ciudadana. Educación ambiental: ¿educación para la sostenibilidad?
- Unidad 4. Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. Definiciones de CyT. Sociología externa de la ciencia. Sociología interna de la ciencia. Perspectiva de géneros. Epistemología
- Unidad 5. Los temas CTS en el currículo de ciencias. Los temas CTS en el currículo planificado. El currículo aplicado en las aulas. El aprendizaje de los temas CTS logrado. Enseñanza explícita de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología.
- Unidad 6. Perspectiva CTS en la formación del profesorado. Formación CTS del profesorado. Dificultades y obstáculos. Innovaciones en la formación CTS. Modelos de innovación curricular. Creencias y opiniones del profesorado.
- Unidad 7. Prácticas educativas de la educación CTS.
- Unidad 8. La investigación educativa en la enseñanza de las ciencias.

### **Anexo 3. Programa de Género y Educación Científica**

#### FUNDAMENTACIÓN:

Si bien la igualdad de géneros es reconocida como parte del corpus de derechos humanos, conseguir su materialización efectiva no es tarea sencilla. Esta materia propone discutir las relaciones sociales de género poniendo a discusión los espacios escolares como lugares donde se forman y transforman a diario las identidades estudiantiles al calor de los discursos y prácticas docentes.

Se torna de suma importancia formar a las nuevas docencias acerca del poder performativo del lenguaje y su relación directa con el impacto que los mismos imprimen en la construcción de las subjetividades y del tratamiento de la perspectiva de género. Es por esto que se busca analizar críticamente, tanto los discursos científicos como los de la totalidad de los miembros del sistema educativo. Este análisis crítico busca focalizar especialmente en el abordaje que se hace desde las políticas públicas vigentes y en los materiales didácticos que el profesorado

ofrece a sus estudiantes para promover un análisis teórico que aporte a la transformación de las inequidades que aún siguen reproduciéndose.

Este espacio curricular plantea que el estudiantado participante se interrogue y ponga a discusión la no neutralidad de las ciencias, los discursos hegemónicos de género, las posibles transformaciones y los desafíos pendientes, dando espacio a la construcción de una verdadera igualdad de derechos y oportunidades entre los géneros. Se aspira hacer foco sobre los distintos discursos científicos estereotipados y discriminatorios, contribuyendo a la construcción de una sociedad más equitativa.

Es así, como la propuesta contempla poner en tensión las prácticas, las vivencias y los discursos que resuenan en las instituciones educativas, en los documentos curriculares y en las políticas públicas, develando así las intenciones y prejuicios que subyacen en torno al tratamiento de la perspectiva de géneros. Además se espera visibilizar las disputas de poder que se ponen en juego al interior de los espacios escolares habilitando la deconstrucción de las voces y prácticas heteronormativas naturalizadas que moldean los cuerpos, las formas de pensar y hacer del estudiantado perpetuando inequidades.

#### Objetivos

- Contribuir a la visibilización, reflexión y deconstrucción de discursos y prácticas que reproducen imágenes científicas estereotipadas.
- Obtener herramientas conceptuales y pedagógico-didácticas para la implementación de propuestas pedagógicas desde una mirada integral e interdisciplinaria.
- Generar una oportunidad de discusión y encuentro acerca de los desafíos y, principalmente, de las posibilidades de abordar las cuestiones de género y sexualidad en la enseñanza de diferentes disciplinas científicas desde posturas no binarias y no normalizadoras.

#### Contenidos

**BLOQUE I:** Teoría de géneros y relaciones sociales. Igualdad vs diferencia. Identidad como construcción. Nuevas masculinidades. La heteronormatividad. Economía de género. Desigualdades de géneros en el mercado de trabajo. Disidencias sexuales. Construcción social del sexo. Infrarrepresentación de las mujeres. Pensamiento y Lectura crítica centrada en la igualdad de género. Representaciones sociales.

**BLOQUE II:** Leyes vigentes relacionadas con las temáticas de género y sexualidad. Derechos sexuales y reproductivos. Políticas Públicas vigentes. Cuotas. Agenda Pública. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Mainstreaming de Género. Institucionalización de género. Performatividad y Lenguaje. Análisis crítico del discurso. Discurso pedagógico.

**BLOQUE III:** Educación científica con enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad. Enseñanza transversal e interdisciplinaria. Enseñanza de temáticas de género y sexualidad desde perspectivas no binarias-normalizadoras. Didáctica de las ciencias naturales: estudios de caso y secuencias didácticas.