

De interés

ENSEÑANZA REMOTA DE EMERGENCIA DE LA QUÍMICA PARA GRANDES GRUPOS

Ignacio J. Idoyaga, Fernando G. Capuya, Josué Dionofrio, Florencia López, C. Nahuel Moya

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Buenos Aires, Argentina.

E-mail: iidoyaga@ffyb.uba.ar

Recibido: 03/07/2020. Aceptado: 10/08/2020.

Resumen. Este trabajo describe una propuesta de Enseñanza Remota de Emergencia diseñada para garantizar la continuidad de un primer curso de química universitaria frente a la pandemia por covid-19 y el consecuente Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio. Participaron 2800 estudiantes y 20 docentes del Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires. El diseño de la propuesta contempló la confección de diferentes materiales didácticos incluidos en un aula virtual. Se propusieron actividades sincrónicas y asincrónicas. Los materiales didácticos y las decisiones sobre el diseño, se fundaron en la investigación en didáctica de las ciencias naturales. Se destacan como aspectos positivos de la experiencia que logró superar algunas de las dificultades detectadas inicialmente y registrar una baja desafiliación. Además, abre perspectivas para el trabajo en la post pandemia.

Palabras clave: Enseñanza Remota de Emergencia, Enseñanza de la química, Didáctica de las ciencias naturales, Universidad.

Emergency remote teaching in Chemistry with large groups

Abstract. This work describes an Emergency Remote Teaching proposal designed to guarantee the continuity of a first university Chemistry course during the covid-19 pandemic. The participants were 2,800 students and 20 teachers from the Ciclo Básico Común of Universidad de Buenos Aires. The design of the proposal included the preparation of different teaching materials included in a virtual classroom. Synchronous and asynchronous activities were proposed. Teaching materials and design decisions were based on research in science teaching. The positive aspects of this experience were to overcome some of the difficulties initially detected. In addition, it opens perspectives for education post pandemic.

Keywords. Emergency remote teaching, Chemistry education, science teaching, university.

INTRODUCCIÓN

La Universidad de Buenos Aires es masiva y heterogénea. Esto implica desafíos particulares para la enseñanza. Más aún, cuando se promueve la inclusión y se busca atender las necesidades educativas de estudiantes con trayectorias personales muy disímiles. En particular, el Ciclo Básico Común (CBC), que constituye el primer año de todas las carreras de la Universidad, registra los mayores índices de dilación y desvinculación (Plotno, 2009). Adicionalmente, esta problemática resulta compleja cuando lo que se enseña son ciencias naturales. Operan, en este caso, imaginarios sociales compartidos entre profesores y estudiantes que consideran que la ciencia y la tecnología son difíciles y por lo tanto no son para todos (Farré y Lorenzo, 2009).

En los últimos años, las propuestas de enseñanza fundadas en investigación educativa y, especialmente, en didáctica de las ciencias naturales vienen incrementándose en el nivel superior de manera sostenida. Asimismo, aumenta el reconocimiento a esta innovación en las instituciones universitarias (Adúriz Bravo, 2005). Pero aún la implementación de nuevos modos de trabajo no abunda en determinados contextos como los del CBC.

La pandemia por Covid-19 y el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio, dispuesto en 2020, obligó a repensar la enseñanza en entornos virtuales. Para esto, se dispusieron las medidas necesarias que permitieron que cada cátedra contara con un aula virtual. Así, el equipo de la Cátedra Idoyaga de Química se dispuso articular una propuesta de Enseñanza Remota de Emergencia (ERE) para garantizar la continuidad educativa de casi tres mil estudiantes del área Ciencias de la Salud (medicina, farmacia, bioquímica, odontología, entre otras carreras) inscriptos para el primer cuatrimestre del 2020.

La ERE diverge de cursos y programas de educación a distancia, virtual o en casa. Sus orígenes e intereses son otros (Means, Bakia y Murphy, 2006). A diferencia de las experiencias planificadas desde un principio y diseñadas para estar en línea, la ERE es un propuesta temporal y alternativa debido a circunstancias de crisis cuyo objetivo principal no es recrear un ecosistema educativo robusto, sino más bien garantizar la continuidad educativa (Hodges, Moore, Lockee, Trust y Bond, 2020). Esta situación, inédita en la Educación Superior Argentina, ya fue pensada en otros países frente a contextos de guerra o desastres naturales. Sin demérito de lo anterior, es importante destacar que las propuestas de ERE deben considerar los aportes de las didácticas específicas y que su análisis podrá aportar herramientas para mejorar las prácticas luego de la crisis.

El programa analítico de Química del CBC propone una multiplicidad de contenidos vinculados a Química General, Inorgánica y Orgánica. Incluso, presenta algunos tópicos, que se retoman en Física, Biofísica y otras asignaturas. Tradicionalmente, la enseñanza de la química en

este ciclo está fuertemente basada en clases expositivas. Este tipo de educación no requiere grandes inversiones en equipos, herramientas, talleres o laboratorios, pero no se centra en la formación del pensamiento y la práctica de las ciencias y las tecnologías (Gómez, 2003) ni permite al estudiante comenzar a apropiarse de los modos de conocer propios de cada titulación. Entonces, ante la necesidad de repensar las prácticas de enseñanza para plantear una propuesta de ERE, surge la posibilidad de incorporar, como sugieren los resultados de investigación, actividades vinculadas a la práctica experimental y problemas contextualizados que permitan superar la enseñanza puramente libresco (Gil Pérez, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa, 1991; Idoyaga y Maeyoshimoto, 2018). En esta línea, la propuesta de enseñanza para el primer ciclo lectivo de 2020, que se describe en este escrito, se caracteriza por ofrecer a los estudiantes un entorno de trabajo flexible, atendiendo las últimas tendencias en didáctica de las ciencias y considerando las necesidades de enculturación universitaria del particular colectivo de estudiantes del CBC.

En el contexto actual, de enseñanza remota, los docentes deben convertirse en formadores interactivos, tanto en lo disciplinar como en lo didáctico. Especialmente cuando las nuevas tecnologías permean profundamente en las profesiones, debe aspirarse a una modificación en las estructuras más tradicionales de enseñanza, asumiendo el profesorado el papel de diseñadores de recursos y materiales para ayudar a que los estudiantes puedan apropiarse del conocimiento (Zabalza, 2007). En efecto, es esto lo que guía la labor del equipo docente de la Cátedra Idoyaga de Química.

Las decisiones para el diseño de la propuesta de ERE tuvieron en cuenta distintos aportes teóricos y resultados de investigación. En primer lugar, se consideró que la enseñanza de las ciencias naturales en distintos niveles educativos tiene que estar ligada a una perspectiva centrada en el estudiante (Michael, 2006). En la actualidad, se tiene amplia evidencia de la efectividad de las metodologías de Aprendizaje Activo en cursos de grado en las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Freeman, Eddy, McDonough, Smith, Okoroafor, Jordt y Wenderoth, 2014). Las metodologías de Aprendizaje Activo involucran al estudiantado de manera más profunda que la instrucción tradicional, particularmente durante el tiempo de clase (Meltzer y Thornton, 2012). En este sentido, el estudiantado realiza actividades (lectura, resolución de problema, debate, discusión, práctica de laboratorio, experimentación, etc.) que promueven el análisis, la síntesis y evaluación.

En segundo lugar, es necesario prestar especial atención a la Naturaleza de las Ciencia (Leales, Moya, Idoyaga, 2018) que se construye a lo largo de cualquier propuesta. Es deseable que enseñanza, remota o

presencial, propicie actividades que den cuenta del carácter provisio-
nal de los modelos de la Química, de su construcción, de su relación
con la empírea y del rol de la comunidad científica en los procesos de
producción, circulación y validación del conocimiento. Para esto, ade-
más de recurrir a la multiplicidad de recursos que permiten realizar
trabajos con datos provenientes de la actividad experimental (en el
laboratorio o simulada), se pueden utilizar aportes de la historia o,
incluso, crónicas periodísticas.

En tercer lugar, el diseño de cualquier propuesta de enseñanza de la
Química debe considerar que la comunicación disciplinar se establece a
partir del uso de múltiples sistemas de representaciones, como el len-
guaje natural, el algebraico y el gráfico (Lemke, 2002). Estos registros
actúan de manera sinérgica y es necesario que estudiantes y profesores
conozcan sus reglas y restricciones. Asimismo, en el caso particular de
la enseñanza de la química, también se reconocen tres niveles represen-
tación: el macroscópico, el submicroscópico y el simbólico (Johnstone,
1982). Trabajar con distintos registros y niveles de representación es
una destreza que los estudiantes deben alcanzar, por lo que la propuesta
debe contemplar actividades que promuevan estas habilidades.

En suma, el objetivo de este trabajo es describir el diseño de la pro-
puesta de ERE de la Cátedra Idoyaga de Química transparentando las
decisiones que permiten dar respuesta a las necesidades educativas de
un gran número de estudiantes

Modo de trabajo y de relación

La propuesta objeto de este trabajo fue implementada durante el primer
ciclo lectivo de 2020 en la Cátedra Idoyaga de Química del CBC de la
UBA. Participaron un Profesor Titular, 20 docentes auxiliares con dedi-
cación simple (10 ayudantes de primera y 10 ayudantes de segunda) y
2800 estudiantes de ciencias biomédicas. Se trató de una oferta de ERE
que encontró soporte en la arquitectura digital especialmente diseñada
para dar comienzo a las clases. Así, el trabajo de estudiantes y docen-
tes tuvo como principal escenario un aula virtual dentro de un campus
de reciente implementación en la plataforma MOODLE, versión 3.5. En
este apartado se describen las principales características del entorno de
enseñanza y aprendizaje, y las estrategias para facilitar las relaciones
entre alumnos y profesores.

Estructura del aula virtual

Los contenidos curriculares se dividieron en 16 *Clases*, unidades de sen-
tido, que se ponían a disposición con frecuencia semanal. Cada *Clase*,
ofrecería una diversidad de actividades y recursos que los estudian-
tes podían recorrer guiados por una *hoja de ruta*, un documento que
ofrecía una posible, aunque no única, secuencia. Asimismo, esta *hoja*

de ruta transparentaba la jerarquía de las actividades propuestas: *imprescindibles, necesarias y recomendables*, lo que guarda relación con la propuesta de Zabalza (2007) para los contenidos. De esta manera, un estudiante podía optar por recorrer las actividades tal como estaban presentadas en la *hoja de ruta*, o bien, podía empezar por aquellas que eran etiquetadas como *imprescindibles*, y, a medida que los abordaba, podía continuar con las *necesarias y recomendables*, o explorar otros caminos en función de sus intereses y posibilidades.

En todos los casos, la *hoja de ruta* (Anexo 1) incluía una invitación a leer la bibliografía obligatoria. Esta lectura completa de un capítulo de un libro, o de secciones del mismo, busca un primer acercamiento a los contenidos, y como tal, resulta complejo para ingresantes al nivel universitario. Es por eso que se acompaña con una guía de lectura, diseñada por los docentes de la cátedra, donde se explicitan aquellos conceptos que se consideran centrales.

Cada *Clase* fue diseñada prestando especial atención al tipo y a los niveles de representación que implican las actividades incluidas en la *hoja de ruta*. Se buscó el balance adecuado y el andamiaje necesario para que el estudiante logre apropiarse de distintos registros y niveles (Johnstone, 1982). El abordaje de lo macroscópico incluyó el uso de laboratorios remotos y videos de actividades experimentales. Para el trabajo a nivel submicroscópico se recurrió a animaciones, videos, simulaciones y laboratorios virtuales. También, se trabajó con los celulares de los estudiantes como plataforma permitiendo, entre otras cosas, el uso de realidad aumentada, incrementando así el nivel de interactividad de la propuesta. En el caso del nivel simbólico se trabajó a partir de resolución de problemas. Siempre se planteó a los estudiantes la necesidad de poner en tensión las representaciones del mismo referente a distintos niveles, para así propiciar la construcción de significados canónicos (Lombardi, Caballero y Moreira, 2009). Así mismo, se propusieron distintas actividades cognitivas ligadas a la semiosis (Duval, 2017) para que los alumnos se apropien de las reglas que conectan las representaciones con las ideas que sustituyen.

Los ejercicios y problemas diseñados por los propios docentes se agrupaban en guías que constituían parte de los recursos *imprescindibles* de la *Clase*. Estas actividades, que fueron pensadas en clave de problemas ricos en contexto, permitían no sólo abordar cuestiones propias de la disciplina (el uso de la correcta nomenclatura química, la representación de proporciones, el cálculo de cantidades específicas, etc.), sino también, introducir al estudiante en el mundo profesional. En la universidad, es la práctica profesional la que constituye el contexto de las actividades. Cabe mencionar que, como de estrategia de *andamiaje* para la resolución de los problemas, las guías incluían posibles estrategias para

encarar algunos y se pusieron a disposición pequeños videos, denominados "cápsulas", que discutían aspectos críticos de los mismos.

Entre los múltiples desafíos que implicó el diseño de la propuesta se destacó la necesidad de recuperar el carácter modélico y experimental de la disciplina. Es decir, se revisaron cuidadosamente las actividades para no promover imágenes inadecuadas de ciencia (Pujalte, Bonan, Porro y Adúriz-Bravo, 2012). Esta vigilancia implicó la inclusión de materiales como contrapunto a miradas positivistas ingenuas que se identificaron en la bibliografía y en algunos recursos. Así mismo, el uso de laboratorios remotos, el desarrollo de actividades experimentales simples y el ulterior trabajo con datos provenientes de la medición y su error asociado, permitió un acercamiento al quehacer del experimentador. En la misma línea, filmaciones del trabajo en el laboratorio, entrevistas a actores del sistema científico y narrativas de experimentos, junto con aportes de la Historia y la Filosofía permitieron abordar la imagen de ciencia y de quienes la llevan adelante.

Otro recurso con el que los estudiantes contaban cada semana se denominó *enfoque biomédico* (Anexo 2). Se trataba de un hipertexto construido de manera colaborativa por docentes de la Cátedra. En este documento se discutían los contenidos de la *Clase* en íntima asociación con el quehacer profesional. Este texto, como otros recursos del curso, también fue diseñado jerárquicamente. El hipertexto, como formato, permite vincular palabras o frases a videos, animaciones, imágenes y testimonios, a los que hacen alusión. Esto aumenta la riqueza de la propuesta habilitando una multiplicidad de recorridos no lineales, permitiendo que cada estudiante elija cuanto profundizar en cada uno de los temas. En el mismo sentido, se incluyeron hipertextos en otras secciones que permitían personalizar el estudio abordando con distintos grados de profundidad los contenidos. Es decir, en el aula virtual, muchas actividades y recursos se presentaban *encapados* en función de la jerarquía asignada a cada uno.

En cada *Clase* se proponían actividades de autoevaluación con retroalimentación automática, donde la devolución difería en función de la respuesta. Estas actividades pensadas como evaluación formativa permitían a los estudiantes medirse y repensar su estrategia de aprendizaje. Además, el curso incluyó evaluaciones sumativas en línea y la entrega de las guías resueltas como requisitos para la acreditación.

Actividades de intercambio

Todo lo descrito hasta este punto sigue una lógica asincrónica. Sin embargo, la propuesta incluye algunas actividades sincrónicas. Una de estas, que reúne al gran grupo de estudiantes, consistía en una transmisión en vivo pública por la plataforma de *streaming* YouTube

(<https://www.youtube.com/c/quimicaidoyaga>). En cada transmisión se abordaban los temas centrales de la *Clase* y se brindaban orientaciones para el trabajo durante la semana. Las presentaciones eran breves, se elegía uno o dos ejercicios que presentaran una gran carga cognitiva para resolverlos en vivo. Se habilitaba el chat de la plataforma donde los estudiantes realizaban preguntas de la *Clase*, y tanto el docente en la transmisión como un grupo de docentes administradores recolectaban y responden dichas preguntas. Por último, se pasaba a una actividad interactiva con los estudiantes que estuvieran asistiendo a la transmisión. Se hacían dos o tres preguntas de opción múltiple, las cuales podían ser contestadas utilizando una plataforma online de encuestas. Esta modalidad de enseñanza, inspirada fuertemente en las estrategias de aprendizaje activo, estimulaba la participación de los estudiantes y el intercambio en tiempo real con el docente, convirtiendo el ambiente generalmente pasivo de una clase teórica tradicional en uno donde el estudiantado participa activamente (Benegas, Pérez de Landazábal y Otero, 2013). Quienes no participaban, contaban luego con la presentación grabada, convertida en un material asincrónico más.

Otro espacio sincrónico ofrecido a los estudiantes eran las *Reuniones por comisión*. Cada docente tenía un contacto semanal a través de un sistema de teleconferencias con un grupo reducido de estudiantes, con el fin de hacer un seguimiento. El docente a cargo tenía acceso a las guías resueltas y a las autoevaluaciones de su comisión y, detectando las principales dificultades, podía elegir qué estrategia o recurso extra podría ser adecuado para trabajar en ese encuentro. Además, estos encuentros atendían aspectos emocionales. Es decir, en una propuesta de ERE en contexto de distanciamiento social, que un estudiante pueda encontrarse, verse y escucharse con su docente y compañeros, cobra una dimensión que va más allá de lo disciplinar y opera en la adherencia al curso. En toda propuesta de enseñanza de las ciencias, remota o presencial, los aspectos emocionales deben considerarse (Vicente Mellado, 2014). Entonces, puede pensarse que no hay educación sin emoción, ni propuesta de emergencia que pueda diseñarse sin atender el sentir del estudiantado, maximizando los esfuerzos empáticos y recordando que las aulas, aunque virtuales, siguen siendo heterogéneas.

Además, los estudiantes contaban con *foros de discusión* por cada *Clase*. Este espacio era atendido por un docente durante la mañana y la tarde, de lunes a viernes, y por la mañana de los sábados. En esos espacios, los estudiantes podían acercar consultas disciplinares y, en menos de 24 h, recibían respuesta de alguno de los docentes asignados a esta tarea. También se ofrecía un foro denominado *Secretaría*, especialmente dedicado a atender consultas de índole administrativa: cuestiones de entregas, acceso a la bibliografía, consultas de fechas,

situaciones particulares de conectividad o de las instancias de evaluación, entre otras cuestiones.

Para terminar, es menester comentar el papel de las redes sociales en la propuesta. Más allá, de usar YouTube básicamente como plataforma para transmitir, la cuenta de Instagram (@quimica.idoyaga) se convirtió en un interesante espacio de intercambio. Además de usarse para comunicar novedades sobre los horarios de las transmisiones en vivo, o la habilitación de nuevas *Clases* en el aula virtual, se publicaban datos sobre las carreras, fotos de los museos que funcionan dentro de las facultades, y diferentes materiales tendientes a introducir al estudiantado en el quehacer profesional y científico. Las redes sociales también cumplieron un rol dentro de las estrategias desplegadas para promover el aprendizaje activo. Parte de las consignas de algunas *Clases* consistían en la realización de actividades experimentales simples (Idoyaga y Maeyoshimoto, 2018), como la preparación de diluciones con elementos que se encuentran en la cocina, que luego debían ser compartidas en las redes sociales. Esto abría canales para el debate más o menos pautado y para el intercambio entre los estudiantes con la posibilidad de la intervención del docente en el rol de consejero experto (Hernández-Silva, López-Fernández, González-Donoso y Tecpan-Flores, 2018).

DISCUSIÓN Y PERSPECTIVA

Para comenzar, es importante destacar que esta propuesta de ERE buscó fundamentalmente garantizar la continuidad educativa de un gran número de estudiantes que transitaban o iniciaban el primer año de sus estudios superiores. Si bien, la propuesta descrita no pretende sostenerse en el tiempo y está sujeta al devenir de la crisis sanitaria, no debe pensarse que las decisiones no fueron reflexionadas suficientemente y fundadas en ideas propias de la didáctica de las ciencias naturales. Lo construido será un insumo para repensar las prácticas de enseñanza en la post pandemia.

Seguidamente, es oportuno reconocer que, al menos en parte, la propuesta logró sortear algunas de las dificultades identificadas desde el comienzo. Así, puede decirse que los estudiantes se mantuvieron como protagonistas y gestores de su aprendizaje en un entorno altamente flexible. Los docentes debieron instaurar y sostener los andamiajes necesarios. En otro orden, el carácter experimental y la naturaleza del circuito comunicativo propio de la química, quedaron desarrollados.

Otro aspecto a destacar resultó la gran adherencia al curso (alrededor del 80%), es decir, la baja desafiliación registrada (aproximadamente un 20%). Esto, en particular en el CBC, resulta un claro indicador de la adecuación de la oferta a las necesidades educativas emergentes y de la pertinente proporción entre la sincronía y la asincronía, y entre el aula virtual y las redes sociales. Así mismo, se puede presumir que la

permanencia guarda relación con el abordaje de algunos aspectos propios del desempeño profesional que operan emocionalmente y logran la identificación del estudiante con la Institución.

En línea con lo anterior, la comprensión de la estructuración de los materiales y de los modos de trabajo y relación por parte de los estudiantes fue paulatina. Comprender que las consultas se realizaban por foros en lugar de por mail, que las entregas debían hacerse en formato PDF, o que la transmisión en vivo no es el correlato virtual de las clases presenciales, llevó tiempo. En términos de Fenstermacher (1989), era necesario aprender a *estudiantar*. Es decir, aprender a ser estudiante universitario y específicamente aprender a ser estudiante en la emergencia. Esto también implica la necesidad de adecuación de las prácticas docentes.

Por último, son múltiples las perspectivas que abre esta experiencia. Quedan a disposición muchos materiales didácticos que podrán repensarse. Pero quizás, es claro que en la presencialidad persistían problemas que la pandemia puso en evidencia. Por lo que el retorno a las aulas presenciales debe contemplar un estudiante que se apropie del espacio, que sea el protagonista de su aprendizaje y no un espectador cautivo de mejores o peores exposiciones. En este sentido, el modelo de aula invertida (Lage, Platt y Treglia, 2000), que en alguna de sus versiones propone la combinación entre el trabajo activo en el salón de clases y el estudio en aulas virtuales, resulta inspirador para retomar paulatinamente la presencialidad, y capitalizar lo construido en la pandemia. Será imposible el desprendimiento de las valiosas mediaciones tecnológicas que se supieron construir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?: Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número extraordinario, 23-33.
- Benegas, J., Pérez de Landazábal, M. C. y Otero, J. (Eds.). (2013). *El aprendizaje activo de la Física básica universitaria*. Santiago de Compostela: Andavira.
- Duval, R., (2017). *Understanding the mathematical way of thinking*. Springer, Cham.
- Farré, A. S., y Lorenzo, M. G., (2009). El CDC de profesores universitarios de química orgánica: el caso del benceno. *Enseñanza de las Ciencias, (Extra)*, 706-711.
- Fenstermacher, G. D. (1989). Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza. En Wittrock, M. *La investigación de la enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós.

- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gil Pérez D., Carrascosa, J., Furió Más, C y Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: I.C.E. de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Gómez, V. M. (2003). *Estudio comparativo modalidades de educación media No-Académica en Bogotá*. Bogotá: COLCIENCIAS.
- Hernández-Silva, C., López-Fernández, L., González-Donoso, A. y Tezcan-Flores, S. (2018). Impacto de estrategias de aprendizaje activo sobre el conocimiento disciplinar de futuros profesores de física, en un curso de didáctica. *Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 55(1), 1-12.
- Hodges, C. Moore, S. Lockee, B. Trust, T. y Bond, A (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *EDUCAUSE Review*. Recuperado (mayo 15, 2020) de: <https://er.educause.edu>
- Idoyaga, I. y Maeyoshimoto, J. (2018). Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física. En G. Lorenzo, H. Odetti, y A. Ortolani (Eds.), *Comunicando la Ciencia. Avances en investigación en Didáctica de la Ciencia*, 55-68. Argentina: Ediciones UNL.
- Johnstone, A. (1982). Macro- and micro-Chemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Lage, M., Platt, G. y Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43.
- Leales, P., Moya, N. e Idoyaga I. (2019). Naturaleza de la ciencia en estudiantes de contextos de vulnerabilidad social de la zona sur de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Educación en la Química*, 24(2), 115-125.
- Lemke, J. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. En: M. Benlloch. (Comp.), *La educación en ciencias: Ideas para mejorar su práctica*. 159-186, Barcelona, Paidós.
- Lombardi, G., Caballero, C., y Moreira, M. A., (2009). El concepto de representación externa como base teórica para generar estrategias que promuevan la lectura significativa del lenguaje científico. *Revista de Investigación*, 33(66), 147-186.

- Means, B., Bakia, M. y Murphy, R. (2006). Learning Online: What Research Tells Us about Whether, When and How. New York: Routledge. Michael, J. Where's the evidence that active learning works. *Advances in Physiology Education Physiology Education*, 30, 159–167. <https://doi.org/10.1152/advan.00053.2006>.
- Meltzer, D. E., y Thornton, R. K. (2012). Resource Letter ALIP–1: Active-Learning Instruction in Physics. *American Journal of Physics*, 80(6), 478–496. <https://doi.org/10.1119/1.3678299>
- Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R., Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36
- Plotno, G, S. (2009). Un estudio sobre ingreso y deserción en la UBA. XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VIII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires. Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires.
- Pujalte, A., Bonan, L., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2014). Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico como foco de la naturaleza de la ciencia: estado del arte y cuestiones pendientes *Ciência y Educação, Bauru*, 20(3), 535-548.
- Zabalza, M. A. (2007). *Competencias docentes del profesorado universitario*. Madrid: Narcea.

ANEXO I

Ejemplo de *hoja de ruta*

Hoja de Ruta: Clase 1. Química, ciencia del cambio

"Considero a la naturaleza como un amplio laboratorio químico en el que tienen lugar toda clase de síntesis y descomposiciones".

Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)

En esta primera clase, que aborda la Unidad 1 de nuestro programa, vamos a trabajar diferentes cuestiones de carácter introductorio para que te vayas familiarizando con el objeto de estudio de la química: la materia, sus propiedades y sus cambios.

Algunas de las preguntas que intentaremos responder son: ¿Qué entendemos por materia? ¿Por qué es necesario estudiarla? ¿Qué sentido tiene estudiar química en el contexto de tu carrera?

Comenzaremos diciendo que el concepto de materia es complejo y se aborda en muchas disciplinas. En una primera aproximación, puede definirse como todo aquello que tiene masa y ocupa espacio. Los químicos toman cierta porción de materia como objeto de estudio. Esta porción de materia que va a estudiarse se conoce como sistema material y puede tener distintas propiedades, algunas de las cuales se abordarán a lo largo del curso.

Te sugerimos el siguiente recorrido para el trabajo en esta Clase 1:

1. Es **imprescindible** que comiences realizando una primera lectura del Capítulo 1 de Química de Chang y Goldsby (2013).
2. Luego, es **necesario** que resuelvas la Guía de Estudio que está en el apartado pongámonos a prueba. Ésta fue pensada para ayudarte a revisar las ideas centrales de la unidad. Para esto, seguramente vas a tener que volver al texto más de una vez.
3. Para encontrar un contrapunto a la mirada de Chang y Goldsby sobre el quehacer científico es **recomendable** que prestes atención al artículo llamado ***¿Por qué no existe un método científico?***, publicado en la revista *Metode* de la Universidad de Valencia que se encuentra en el apartado exploramos. Vas a notar que hay distintas maneras de pensar como se hace ciencia.
4. Después, te **recomendamos** que explores el sitio web *Clasificación de la Materia*, de la Universidad Nacional Autónoma de México, que aporta información complementaria sobre sistemas materiales, sustancias puras y mezclas.
5. Intentá resolver las actividades propuestas en la *Guía de ejercicios y problemas de la Clase 1*, que se encuentra en la sección llamada *Pongámonos a prueba*. Esto resulta **imprescindible** ya que te

permitirá ponerte a prueba. Es más que probable que tengas que volver al libro. Incluimos dentro de las guías algunas sugerencias de resolución. Además, subiremos algunas cápsulas (pequeños videos para ayudarte). Tienes una semana para realizar y entregar todas las actividades. Va a quedar registrada tu participación.

6. Para que exploremos un poco más, es **recomendable** que veas detenidamente el video llamado *Punto de fusión*, de la Universidad Politécnica de Madrid. Este video te permitirá rever la idea de cambio de estado y punto de fusión, desde una mirada microscópica. Además, vas a poder «entrar» al laboratorio de química para conocer distintas técnicas y materiales que se emplean en la medición de esta propiedad de la materia.
7. En la sección *exploremos*, vas a encontrar un simulador de estados de la materia, desarrollado por la Universidad de Colorado, que te **recomendamos** usar para repensar, revisar y reflexionar sobre la quinta pregunta de la *guía de estudio* de la clase 1 y sobre los primeros ejercicios.
8. Si tenés ganas de seguir poniéndote a prueba con ejercicios, también te podemos **recomendar** que revises los que están al final del capítulo del libro.
9. En este momento, es **imprescindible** que realices la autoevaluación que se encuentra en el apartado *Pongámonos a prueba*. Tienes una semana para realizarla. Va a quedar registrada tu participación.
10. Ya más cerca del final, es **necesario** que leas el *Enfoque Biomédico*. Lo vas a encontrar muy interesante. Es una propuesta diseñada por profesionales de distintas áreas donde se destaca la importancia de los contenidos que trabajamos en sus profesiones.
11. Para terminar, te vamos a **recomendar** dos artículos de divulgación. Comenzamos esta Hoja de Ruta con una cita de Lavoisier. En las próximas clases sabremos más de él. pero por ahora, basta que leas el artículo llamado *Antoine Lavoisier, el revolucionario químico que perdió la cabeza en la guillotina por una disputa científica*, de la BBC. El artículo, lo describe someramente y destaca el rol de Marie Anne. El segundo artículo, aborda *la redefinición de las unidades de medida*, tema que trabajamos en la unidad, que se dio a partir de mayo de 2019.

Acordate que durante tu recorrido tenés disponible el *Foro discusión de la clase*. Además, podés encontrarte con tu compañeres en el foro *Mateando con Amigues*. Como en todas nuestras unidades, vamos a tener una *transmisión en vivo*. Te vamos a avisar día y hora en el *Foro de novedades*. Esta intervención en vivo va a ayudarte a orientar la lectura y avanzar en los diferentes aspectos de la unidad.

Una vez que termines tu recorrido por esta clase, esperamos que tengas en claro las ideas fundantes acerca de la materia y lo referido a ésta a nivel macroscópico y general. En nuestra próxima unidad vamos a comenzar a adentrarnos en el mundo submicroscópico, donde nos encontraremos con átomos, iones y moléculas.

¡Lo único imposible es lo que no intentas, así que manos en la materia!

ANEXO II

Ejemplo de enfoque biomédico

Esta unidad invita al abordaje de aspectos fundamentales de la química y plantea preguntas que incluyen: ¿Qué se entiende por materia? ¿Cómo se clasifica? ¿Cuáles son sus posibles estados de agregación? ¿Cómo se determinan sus propiedades? Para esto, introducen las nociones de temperatura, volumen, masa y densidad y se presenta el sistema de unidades que permite llevar adelante el proceso de medición, que busca estimar el valor de magnitudes de interés. Todo esto lo hace valorando, especialmente, la relación de estos contenidos con el ejercicio profesional de la medicina, odontología, veterinaria, bioquímica, farmacia y otras ciencias biomédicas.

El estudio de las propiedades de las muestras biológicas (densidad, color, absortividad, entre otras) es imprescindible en la bioquímica clínica. En este campo de desempeño profesional, la práctica de medir estas propiedades permite inferir el estado fisiológico o fisiopatológico del paciente. En muchos casos, las muestras del paciente son sometidas a transformaciones químicas que las hacen plausibles de medición. La compleja tarea en los laboratorios clínicos incluye etapas preanalíticas, analíticas y posanalíticas, donde se debe prestar atención a volúmenes necesarios, condiciones de almacenamiento (temperatura) y cientos de cuestiones más.

La determinación de propiedades de la materia es fundamental en el área de control de calidad de los laboratorios de especialidades medicinales. Allí, los farmacéuticos miden constantemente las propiedades de los lotes que deben liberarse. Esto es de vital importancia para la seguridad de los medicamentos. En la farmacia oficial u hospitalaria, también se realizan mediciones, en esta oportunidad para llevar adelante las preparaciones magistrales, fundamentales en determinadas especialidades médicas como la dermatología o en el caso de las enfermedades huérfanas.

Las ideas de exactitud, medición y otros conceptos estadísticos son de gran importancia para los sanitaristas. El estudio de las epidemias y las medidas de salud pública requieren poner en práctica estas ideas minuto a minuto. En una escala más pequeña, los valores de referencia de los parámetros clínicos también tienen que ser comprendidos estadísticamente como un rango que cubre un porcentaje alto de los casos individuales.

La idea de mezcla y sus tipos puede parecer simple, pero es de vital importancia en las ciencias biomédicas. Agitar una suspensión antibiótica será la diferencia entre que el tratamiento sea eficaz y un niño mejore o que pueda complicarse el cuadro. Pensar como las vacunas pueden mezclarse o no, en pos de tener calendarios de vacunación más simples, resultó una estrategia exitosa en todo el mundo. Mantener separados los componentes que usan los odontólogos y luego, llevar adelante un cambio químico (polimerización) catalizado por radiación electromagnética fue una revolución para la profesión. Prestar atención a la densidad de la mezcla de jarabe para la tos mejoró muchísimo su acción. La celeridad en el manejo de la mezcla homogénea de la sangre arterial, evitando que se naturalmente se separe, es condición necesaria para la habitual determinación de gases en sangre dentro de una terapia intensiva. Los gases medicinales, algunos de los que son mezclas, resultan un capítulo de suma importancia, dentro de los recursos médicos. Así, se podría seguir durante muchas líneas.

Los métodos de separación están muy vinculados al desarrollo histórico del conocimiento de los galenos. En este sentido, muchas de las prácticas terapéuticas recurren a medicamentos con principios activos de origen vegetal. De hecho, desde hace siglos la medicina tradicional recurre a morteros y a extracciones que hoy siguen siendo útiles. Otros principios activos serán sintetizados química o biotecnológicamente. Independientemente de su origen, obtenerlos de una forma abundante y pura, implica en gran medida utilizar técnicas de separación, algunas tan sencillas como la destilación y otras tan complejas como la cromatografía líquida de alta performance (HPLC, por sus siglas en inglés).

Comentario aparte requiere la notación científica que está presente en los análisis clínicos, incluyendo los bacteriológicos y hematológicos, en el informe de las cargas virales, en la concentración de algunos medicamentos y en muchos manuales terapéuticos.

Para finalizar, podemos prestar especial atención a la determinación de la densidad de la orina en el laboratorio de bioquímica clínica. La densidad urinaria se utiliza en la clínica para evaluar la capacidad renal de concentrar y diluir la orina. El instrumento que se utiliza en el método de referencia (*gold standard*) se denomina urodensímetro. El mismo tiene una marca máxima de 1060 y una mínima de 1000 ¿En qué unidades se mide la densidad con este instrumento? ¿Por qué se manejan estos límites? El método requiere gran cantidad de orina: ¿Qué pasaría en el caso de muestras pediátricas de poco volumen? Este método no es el que se usa habitualmente, de hecho, se recurre a tiras reactivas que cambian de color y permiten inferir densidad y muchas otras propiedades.