

Educación en la Química

Volumen 27

Número 2

ISSN 0327-3504

ISSN-en línea 2344-9683

**Revista de la Asociación de Educadores
en la Química de la República Argentina**



ADEQRA

Educación en la Química

ISSN 0327-3504 ISSN-en línea 2344-9683

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

Educación en la Química (Título clave abreviado: *EDENLAQ*) es una publicación semestral abierta al mundo que busca contribuir a la interrelación entre los docentes y los investigadores de las ciencias químicas y de la educación en la química. En ella, se dan a conocer resultados de investigaciones en didáctica de la química, experiencias de innovación considerando las aulas y los laboratorios extendidos, avances tecnológicos, noticias científicas, y todo otro aporte original que promueva el enriquecimiento y la profesionalización de las y los docentes de química.

La revista EDENLAQ se distribuye gratuitamente en línea siguiendo una licencia Creative Commons 4.0 Atribución – NoComercial – Sin Derivadas. Se autoriza la reproducción total o parcial de los materiales citando la fuente. El contenido de los artículos es responsabilidad de sus autores. Sin embargo, el Equipo Editorial se reserva el derecho de excluir aquellas contribuciones que no respondan a las normas de ética vinculadas a la investigación educativa y a la enseñanza de las ciencias, así como también aquellas que no correspondan al ámbito de incumbencia de la revista.

La comunidad de lectoras/es podrá enviar ideas, sugerencias y artículos que puedan resultar de utilidad a todas las personas interesadas en la educación en la química.



ADEQRA



OJS / PKP



latindex



LivRe
Periódicos de libre acceso

Comité Editorial

Directora

María Gabriela Lorenzo
Universidad de Buenos Aires - CONICET

Directora Emérita

Luz Lastres Flores
Universidad de Buenos Aires

Editor Asociado

Germán Hugo Sánchez
Universidad Nacional del Litoral

Editoras de Secciones

Andrea Soledad Farré
Universidad Nacional de Rio Negro Sede Andina
Andrea Silvana Ciriaco
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
Colegio Universitario Patagónico
Norma Beatriz Jones
Instituto Superior de Formación Docente N°808

Comité Académico Nacional

Alfio Zambon *Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco*
Andrés Raviolo *Universidad Nacional de Río Negro*
Celia Edilma Machado *Universidad Nacional de Rosario*
Erwin Baumgartner *Universidad Austral*
Héctor Santiago Odetti *Universidad Nacional del Litoral*
Ligia Quse *Universidad Nacional de Córdoba*
Liliana Lacolla *Universidad de Buenos Aires*
Lydia Galagovsky *Universidad de Buenos Aires*
María Basilisa García *Universidad Nacional de Mar del Plata*
Marina Masullo *Universidad Nacional de Córdoba*
Marisa Repetto *Universidad de Buenos Aires*
Marta Bulwik *exISP Joaquín V. González, Buenos Aires*
Martín Gabriel Labarca *Universidad de Buenos Aires - CONICET*
Miria Baschini *Universidad Nacional del Comahue*
Norma D'Accorso *Universidad de Buenos Aires*
Raúl Chernikoff *Universidad Nacional de Cuyo*
Silvia Porro *Universidad Nacional de Quilmes*
Silvina Reyes *Universidad Nacional del Litoral*
Teresa Quintero *Universidad Nacional de Río Cuarto*

Comité Académico Internacional

Aureli Caamaño Ros *Sociedad Catalana de Química, España*
Bruno Ferreira Dos Santos *Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil*
Cristian Merino Rubilar *Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile*
Gabriel Pinto Cañón *Universidad Politécnica de Madrid, España*
Isabel Martins *Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil*
Johanna Camacho *Universidad de Chile, Chile*
Núria Solsona Pairó *Universidad Autónoma de Barcelona, España*
Plinio Sosa Fernández *Consejo Editorial de las revistas Educación Química y Acta Universitaria, México*
Vicente Talanquer *University of Arizona, Estados Unidos*

ADEQRA, Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina, es una asociación sin fines de lucro que reúne a docentes de los diferentes niveles educativos de nuestro país, interesados en la formación y capacitación continua.

Entre los fines y objetivos de la Asociación pueden citarse:

- Procurar que la enseñanza de la Química sea cada vez más significativa y eficiente en todo el país y en los distintos niveles educativos.
- Promover el estudio y la investigación en la enseñanza de la Química en todos los niveles.
- Fomentar el intercambio y la comunicación entre personas y las instituciones dedicadas a la enseñanza de la Química.
- Contribuir al perfeccionamiento profesional de sus asociados mediante la divulgación de información científica, metodológica y de temas de interés común.
- Suscitar la inquietud de los docentes de Química por temas que contribuyan a ubicarlos frente a los problemas fundamentales de carácter científico y técnico que enfrenta el país.

Comisión Directiva

En la Asamblea celebrada en el 18 REQ, el 7 de agosto de 2018, se ratificó la nueva comisión directiva, que quedó conformada de la siguiente manera:

Presidente:	Teresa Quintero	<i>UNRC</i>
Vicepresidente:	Miriam Gladys Acuña	<i>UNaM</i>
Secretaria:	Andrea Ciríaco	<i>UNRC</i>
Prosecretaria:	Ana Basso	<i>UNC</i>
Tesorera:	Marcela Susana Altamirano	<i>UNRC</i>
Vocal 1°:	Sandra Hernández	<i>UNS</i>
Suplente:	Gladys Acuña	<i>UNaM</i>
Vocal 2°:	Germán Sánchez	<i>UNL</i>
Suplente:	Andrea Farré	<i>UNRN</i>
Revisores de Cuentas:		
	1°: Carlos Matteucci – Andrés Raviolo	<i>UNRN</i>
	2°: Marina Mansullo	<i>UNC</i>
	3°: Héctor Odetti	<i>UNL</i>

Tabla de Contenidos

Editorial

- Nuevos senderos para EDENLAQ
María Gabriela Lorenzo y Germán Hugo Sánchez 142-143
- Habilidades del siglo XXI en educación en química. Promoviendo el pensamiento crítico sobre el conocimiento y métodos en química
Sibel Erduran, Traducción de Teresa Quintero y Germán Hugo Sánchez 144-157

Investigación en Didáctica de la Química

- Las representaciones gráficas en el diseño curricular de química. Una mirada en pandemia
Michelle Álvarez, Vanesa García, Ignacio Idoyaga y María Gabriela Lorenzo 158-165
- Análisis de la estructura retórica de los cuadernillos del programa “Seguimos Educando” publicados durante el Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio
Andrés Espinoza-Cara, María Constanza Bauza-Castellanos y Gabriela García-Huarque 166-173
- Las publicaciones sobre la enseñanza del lenguaje químico en EDENLAQ
Andrea Silvana Ciriaco 174-182

Innovación para la Enseñanza de la Química

- Formar profesores de Química en épocas de Aislamiento Social Preventivo Obligatorio: una experiencia del desarrollo de la residencia
Cristina Iturralde, Ana Fuhr Stoessel, Fiorella Lurbet y Adriana Bertelle 183-191
- Propuestas metodológicas en virtualidad súbita: oferta y recepción por prueba y error
Daniela Alejandra Nichela y Juan Manuel Cabrera 192-202
- Un curso de Química en ASPO. Fortalezas y debilidades
Miguel Muñoz, Sandro J. González, Marcela González, Alejandro Ferrero, Sabrina Balda y Cinthia Lucero 203-213
- Simulaciones para complementar el estudio de la cinética química a nivel básico
Sergio Baggio 214-228
- Enseñando Inmunoquímica en tiempos de pandemia
María Belen Sarratea 229-237
- De la enseñanza formal a la educación remota de emergencia. Desafío durante las prácticas de Química Biológica
Gladis Edith Medina 238-243
- QSAR-3D como herramienta abstracción en la enseñanza de la Química Medicinal
Dimas Ignacio Torres 244-250

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

- El premio Nobel en Química 2021
Luz Lastres 251-259

El desafío de pensar, proponer, planificar, y ejecutar en forma remota la XIX Reunión de Educadores en Química

Miriam Gladys Acuña, Gladis Edith Medina, Griselda Marilú Marchak y Alicia Jeannette Baumann
260-265

Acercando distancias, compartiendo saberes. La escuela de posgrado CONGRIDEC 2021

José Galiano 266-267

Congresos, jornadas, seminarios de aquí y de allá...

Andrea S. Farré 268-270

Editorial

NUEVOS SENDEROS PARA EDENLAQ

Este número completa el volumen 27 de la revista *Educación en la Química*. Durante 2021, la Revista ha comenzado un nuevo camino en su distribución y publicación. Es voluntad de todo el Equipo Editorial de nuestra revista y de la Dirección de la Asociación caminar juntas/os en el proceso de incorporación a diferentes bases de datos que permita llegar a más profes de química en nuestro país y en la región latinoamericana y por qué no, que muestre el trabajo de la comunidad de profes de ADEQRA al mundo. Estamos muy felices de anunciarles que Google Scholar ha comenzado a recopilar la información publicada en nuestra revista y tanto la Red Latinoamericana de Revistas en Ciencias Sociales (LatinREV) como el portal Revistas de Acceso Libre (LivRe!) aloja a nuestra revista en sus bases de datos. También hemos dado inicio al proceso de publicación continua de artículos, el cual esperamos enriquecer a partir de ahora.

Por otro lado, hemos realizado conversatorios con profes de química para dar a conocer nuestra propuesta e incentivar a quienes aún no se han animado a escribir sus innovaciones e investigaciones, lo puedan hacer a través de la participación como autoras/es. El primer conversatorio fue realizado en el marco de la XIX Reunión de Educadores en la Química (REQ), evento organizado por la Universidad Nacional de Misiones y el segundo, contó con la participación de las Dras. Prof. Silvia Porro de la Universidad Nacional de Quilmes y Cristina Rueda de la Universidad Nacional Autónoma de México, en ellos, participaron cerca de un centenar de docentes de toda Latinoamérica. Esperamos continuar con este tipo de actividades durante 2022 e invitamos a nuestras/os lectoras/os a participar activamente en la revista.

Como artículo especial, se incluye el texto de la conferencia inaugural de la XIX REQ a cargo de la Prof. Dra. Sibel Erduran de la Universidad de Oxford y presidenta de la European Science Education Research Association (ESERA) hasta agosto de este año.

Este número, recopila tres trabajos de investigación, sobre diferentes temáticas de la educación en química. Dos de ellos presentan los resultados de sus investigaciones en el contexto de la pandemia. El primero destaca la relevancia de la alfabetización gráfica para los procesos de comprensión de la información que circula en los medios de comunicación. Mientras que el segundo, presenta un estudio de la estructura retórica de los cuadernillos "seguimos educando" utilizados durante el periodo de ASPO. Por su parte, el tercer trabajo recupera los estudios que revisan diferentes aspectos de nuestra revista a lo largo de los años de su publicación. En este caso se presentan los resultados de una revisión bibliográfica descriptiva sobre los artículos vinculados a la enseñanza del lenguaje químico.



En la segunda sección, se recopilan los trabajos que presentan innovaciones didácticas, donde sigue siendo un eje predominante la educación de la química en la pandemia. En este número se incluyen siete artículos que esperamos sirvan para continuar las reflexiones teóricas de nuestras prácticas áulicas para pensar un mundo nuevo y mejor en la pospandemia.

Por último, en la sección La Educación en Química en Argentina y el Mundo, se presentan las reseñas de dos grandes eventos realizados en el segundo semestre de 2021: la XIX Reunión de Educadores en la Química (REQ) y la Escuela de Posgrado del CONGRIDEC para estudiantes de doctorado, maestría y especialización.

Como ya es habitual en el segundo número del año se presenta la reseña con información de quienes fueron galardonados con el Premio Nobel en Química en 2021 y también, el ya clásico informe de congresos y seminarios para los próximos tiempos.

Esperamos que disfruten del nuevo número, como disfrutó el equipo editorial en su construcción. Les agradecemos a todas las autoras y autores sus contribuciones y al equipo de evaluadores/as que hacen posible que la revista EDENLAQ sea mejor cada vez.

Invitamos a ustedes a recorrer las páginas y animamos a que sigan enviando sus artículos y especialmente a quienes aún no lo han hecho, les alentamos a enviar sus experiencias e investigaciones para ser publicadas en estas páginas.

Por último, en nombre de todo el equipo editorial de nuestra revista, queremos celebrar la realización del evento XIX REQ organizado por el equipo de la MsC. Gladys Acuña de la Universidad Nacional de Misiones. En el evento, las presentaciones de las y los autores fueron enriquecidas por debates y aportes teóricos de referentes de nuestra región. Un gran número de trabajos han sido revisados y ampliados para ser publicados en nuestra revista. Los mismos se encuentran en proceso editorial y esperamos puedan publicarse en 2022.

María Gabriela Lorenzo y Germán Hugo Sánchez

Dirección Editorial

Diciembre de 2021

Artículo especial

HABILIDADES DEL SIGLO XXI EN EDUCACIÓN EN QUÍMICA. Promoviendo el pensamiento crítico sobre el conocimiento y los métodos en química

Sibel Erduran

Universidad de Oxford, Reino Unido

Email: sibel.erduran@education.ox.ac.uk

Traducción de Teresa Quintero¹ y Germán Hugo Sánchez². ¹Universidad Nacional de Río Cuarto, ²Universidad Nacional del Litoral.

Resumen. En este artículo se transcribe en español la conferencia magistral brindada por la Dra. Sibel Erduran en el marco de la XIX Reunión de Educadores en la Química organizada por la Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina (ADEQRA) y la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) (<https://www.youtube.com/watch?v=jEot8FtLJMs>). En esta conferencia se presentan algunos avances en las investigaciones científicas en el área de la didáctica de las ciencias realizadas en el marco del Proyecto Calibrate focalizando la atención sobre aquellas habilidades que promueven el pensamiento crítico en épocas de desinformación.

Palabras clave. pensamiento crítico, educación de la química, matriz de Brandon, métodos científicos.

21st Century Skills in Chemistry Education: Promoting Critical Thinking about Knowledge and Methods in Chemistry

Abstract. A Spanish transcript of Dr. Sibel Erduran keynote lecture is transcribed in this article. This was a part of the XIX reunion of chemistry educators organized by the Association of Chemistry Educators of the Argentine Republic (ADEQRA) and the Universidad Nacional de Misiones (UNaM) (<https://www.youtube.com/watch?v=jEot8FtLJMs>). In this conference, some research results of the Project Calibrate were presented giving priority to the skills that promote the critical thinking in times of misinformation.

Keywords. critical thinking, chemistry education, Brandon's matrix, scientific methods.

INTRODUCCIÓN

En esta presentación me enfocaré en las habilidades del siglo XXI en la educación en química (figura 1). En particular, me gustaría cuestionar hasta qué punto estamos alentando a los estudiantes a ser críticos sobre el conocimiento y los métodos de la química.

Estoy segura de que no necesito recordarle a nadie que estamos en medio de una pandemia, la que nos demostró la importancia de la ciencia en la vida cotidiana. No solo para el desarrollo de vacunas y medicamentos, sino también para la comprensión pública de aspectos científicos. Hemos visto



que quienes hacen ciencia han estado usando una variedad de métodos científicos para desarrollar estrategias que nos permitan lidiar con la pandemia. Ya sea recopilando datos sobre cómo el virus afecta la respiración de un paciente durante un período de tiempo, produciendo medicamentos o haciendo trabajo experimental con grupos de control.

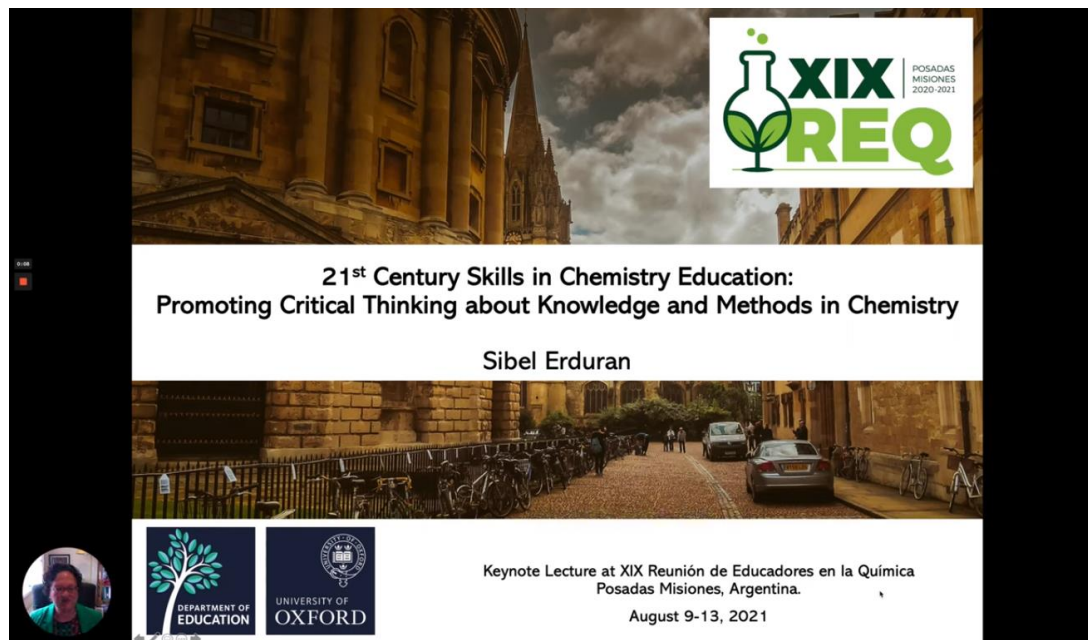


Figura 1. Placa de presentación de la conferencia. Abajo a la izquierda, se puede ver a la conferencista.

Existen diferentes formas de hacer ciencia y la química no es la excepción. Las personas que hacen ciencia, las que hacen química, producen observaciones y experimentos, manipulan variables, o a veces, no manipulan variables y simplemente hacen observaciones. Entonces *¿hasta qué punto estamos incluyendo estrategias para que los estudiantes sean críticos en la ciencia escolar?* Esta es una de las preguntas que voy a plantear en esta presentación. La otra tiene que ver con el contexto en el que nos hemos encontrado, que podría decirse que es **la era de la desinformación**. Ha habido una proliferación de noticias falsas en los medios de comunicación sobre el COVID-19, pero también sobre una amplia gama de temáticas, como las redes móviles 5G, que se estarían difundiendo junto al COVID-19, sobre el cáncer, entre otras temáticas. Esta información errónea ha estado propagando conceptos equivocados sobre el conocimiento científico, desconfianza hacia la ciencia y, en conjunto, apuntan a la falta de comprensión de cómo funciona la ciencia. Considero que no estamos haciendo un trabajo lo suficientemente bueno en equipar a la ciudadanía del futuro para que comprenda cómo funciona la ciencia, cómo se desarrolla el conocimiento en la ciencia y cómo funcionan los métodos de la ciencia. Esta situación es alarmante a nivel mundial.

Hoy me he encontrado con esta noticia en el "Buenos Aires Times", un diario en idioma inglés con noticias de Argentina. Allí se presentó un informe sobre unos desechos industriales que convirtieron un lago patagónico en una laguna rosada. Esto muestra que tenemos problemas

ambientales. Hemos sido testigos de muchas consecuencias del cambio climático: inundaciones, incendios y también que necesitamos energía limpia y renovable. Éstos son problemas bastante complejos que requieren una solución multidisciplinaria, como así también habilidades sofisticadas, habilidades de pensamiento de orden superior. Estos son problemas para los profesionales de la comunidad científica y más aún en las comunidades de matemáticas, de ingeniería, de tecnología, de ciencias, pero también son problemas para el público en general. Si no tenemos suficiente alfabetización, es poco probable que tengamos una ciudadanía informada para que podamos tomar acciones colectivas para resolver estos problemas. Entonces *¿cuáles son los objetivos de la educación en química?* Si vamos a resolver estos problemas, debemos ser capaces de producir ingenieras/os y otras/os profesionales de las STEM (Ciencia-Tecnología-Ingeniería-Matemática) del futuro con las habilidades y el conocimiento adecuados, pero también debemos ser capaces de educar ciudadanas/os bien informados con conocimientos científicos sólidos para que la sociedad pueda funcionar de manera efectiva.

LAS HABILIDADES DEL SIGLO XXI EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Las habilidades del siglo XXI, tales como pensamiento crítico, resolución de problemas, son requeridas en la sociedad y en los lugares de trabajo por educadores, líderes empresariales, académicos y agencias gubernamentales. Ha habido un crecimiento del movimiento internacional que se centra en las habilidades que los estudiantes deben dominar para prepararse para el éxito en sociedades digitales y economías del conocimiento que cambian rápidamente.

Ahora, definir el **pensamiento crítico** puede ser bastante complicado porque hay diferentes perspectivas para abordar este concepto. En general ese término se refiere a las estrategias de procesos mentales y representaciones que la gente usa para resolver problemas, tomar decisiones y aprender nuevos conceptos y, nuevamente, puede haber diferentes enfoques de tradiciones educativas, filosóficas y psicológicas (Sternberg, 1986). Está más allá del alcance de mi presentación entrar en las definiciones específicas del pensamiento crítico. Solo quiero presentar una definición, que es la siguiente, "*el pensamiento crítico es un tipo de pensamiento que tiene un propósito razonado y una meta dirigida a resolver problemas, formular inferencias, calcular probabilidades y tomar decisiones, habilidades que son reflexivas y efectivas para el contexto y tipo particular de la tarea de pensar*" (Halpern, 2002, p.5).

Ahora, hay mucho que desandar y en educación tenemos que empezar por algún lado. Debemos enfocar nuestra discusión sobre qué implica ser críticos, para que podamos ser críticos en el contexto de la educación en química. Bueno, podemos ser críticos sobre el conocimiento químico, podemos ser críticos sobre los métodos. Permítanme tomar el conocimiento y estructurar mi presentación en torno a estos dos temas, podemos ser críticos sobre el conocimiento porque el conocimiento se trata de afirmaciones que están justificadas con evidencia y razones.

¿Qué es el conocimiento?

Cualquier **conocimiento** de química es una colección de afirmaciones que tiene alguna base de evidencia. Aquí, referiré a la literatura en la que hemos estado trabajando sobre argumentación e ilustraré algunos ejemplos de estrategias que hemos desarrollado.

También podemos ser críticos sobre cómo los químicos hacen química, cuáles son los diferentes **métodos** que utilizan, para que podamos alentar a los estudiantes a ser críticos y fomentar su razonamiento y pensamiento significativo sobre los diferentes métodos que los químicos utilizan en su trabajo.

Antes de entrar en los detalles de estos dos aspectos: conocimientos y métodos, quiero contextualizar mi discusión en relación con el contexto curricular en el que opero en Inglaterra: estudiantes de la escuela secundaria con 11 a 14 años. En el plan de estudios existe un ítem que se llama "trabajando científicamente" y esto ocurre para las tres disciplinas: biología, química y física. Se espera que los estudiantes desarrollen pensamiento científico, hay un componente sobre habilidades y estrategias experimentales. Las habilidades y estrategias experimentales se centran en el desarrollo de hipótesis, planificación de experimentos y realización de observaciones aplicando conocimiento.

El desarrollo del pensamiento científico se refiere a los métodos científicos, junto con conceptos y modelos y limitaciones de la ciencia. Así como también aspectos sociales y aspectos éticos del conocimiento y los métodos.

Así que permítanme comenzar siendo crítica sobre el conocimiento y cómo la argumentación se articula con el conocimiento. La argumentación es el proceso de justificar las afirmaciones con evidencia y razones, no se trata de guerra, confrontación o conflicto. Se trata de cómo justificamos las afirmaciones en química.

Algunas de las afirmaciones que presentamos a los estudiantes en las escuelas son: *'la materia está hecha de pequeñas partículas y bases indivisibles'*, *'ácidos y bases reaccionan para producir sales neutras'*, *'el enlace covalente implica compartir electrones'*.

Bombardeamos a los estudiantes con muchas de estas afirmaciones y desde el punto de vista de los estudiantes las preguntas que emergen son: *¿cómo sabemos eso que sabés? ¿por qué debería tomar estas afirmaciones como ciertas? ¿cuál es la evidencia?* y *¿cómo justificamos lo que sabemos?* Entonces, cuando hablamos de argumentación en el contexto del conocimiento químico, se trata de justificar desde el punto de vista del estudiante cómo es que se forman esas afirmaciones del conocimiento científico. Estamos de acuerdo con que esta es una forma científica de razonar y debe ser incluida en las clases de ciencias. Me refiero a que tanto en clases de secundaria como de universidad, diciéndoles a los estudiantes los resultados, las afirmaciones de las ciencias, o la química en este caso, no es suficiente. Se trata de ver cómo involucrar a los estudiantes en formas de razonamiento y compromiso con la evidencia para que realmente

entiendan porqué ciertas afirmaciones están fundamentadas y otras no, y algunas otras afirmaciones simplemente las descartamos.

Recursos y Experiencias sobre Argumentación en el aula de Química

Hemos producido libros y recursos en el contexto de la química. Algunas investigaciones se han resumido en un libro publicado por la Sociedad Real de Química en 2019 (Erduran, 2019). Tiene doce capítulos que abordan diferentes aspectos de la argumentación y la educación química. Por ejemplo, recursos reales de enseñanza y aprendizaje para promover la argumentación, la argumentación en ramas específicas de la química (química orgánica, físico-química) y también el desarrollo profesional en la enseñanza de la argumentación, el uso de evaluaciones y tecnologías, la argumentación como apoyo, entre otras. También hemos producido algunos recursos sobre argumentación en la química para estudiantes en la escuela secundaria (Erduran y Pabuccu, 2012). Existe un gran número de trabajos de investigación sobre la argumentación en educación científica y, en estos días, también en educación en química.

Permítanme darles un ejemplo que sería relevante para la escuela secundaria. En la figura 2 (izquierda), se muestran dos representaciones gráficas. A veces, presentamos afirmaciones sobre representaciones o representaciones matemáticas, sobre diferentes moléculas, pero la cuestión es que si no hay explicaciones alternativas, no hay nada sobre lo que discutir. Así que en este caso, se presentaron gráficas del calentamiento del hielo en vapor. Por lo que tenemos un cambio de energía y temperatura a medida que se proporciona calor. El segundo gráfico, en la parte inferior, tiene en cuenta los cambios de fase y, por lo tanto, allí no hay aumento de temperatura. Así que esa es la representación correcta. Sin embargo, la pregunta que se presentaba a los estudiantes era ¿con qué gráfico estás de acuerdo? y ¿por qué? e incluso si sabe que *b* es el correcto ¿cómo lo explicás? ¿cómo lo probaste? ¿qué información se puede proporcionar para justificar que ese es el caso correcto? y sobre todo ¿cómo refutás u oponés la primera representación? La capacidad de refutar u oponerse a una idea que con lo que no está de acuerdo es tan importante como la habilidad de ser crítico con la información. En este caso, tuvimos que ayudar a los estudiantes, les dimos algunas declaraciones que podían usar para respaldar la gráfica elegida. En la figura 2 (derecha) se puede observar que el estudiante simplemente pegó las diferentes declaraciones.

Básicamente podría tomar cualquier tema y enmarcar la actividad de manera que haya explicaciones alternativas y algo de apoyo para que los estudiantes usen evidencia, porque podría ser demasiado difícil para ellos generar la evidencia en edades tempranas. Este tipo de actividad promueve la participación y la evaluación crítica de la evidencia, lo que va con este gráfico y lo que va con este otro gráfico. Les da la oportunidad de participar activamente en la toma de decisiones.

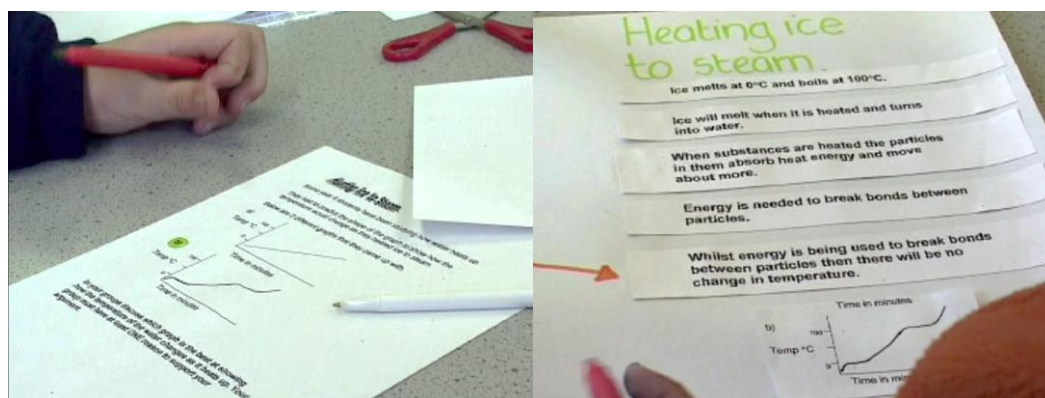


Figura 2. Izquierda: Estudiante resolviendo una consigna donde se muestran dos representaciones gráficas. Derecha: argumentos otorgadas a los estudiantes para poder acompañar su explicación.

También hemos desarrollado estrategias en las que podríamos ayudar a los estudiantes a escribir argumentos. Se proporciona el comienzo de oraciones para que puedan completarlas con sus ideas (ver ejemplos en la Tabla 1). Participar y sumergirse en este tipo de escritura repetidamente, fomentaría esencialmente el pensamiento crítico. Pudo verse que no solo brindan razones para sus ideas, sino que pueden anticipar ideas en contra de sus ideas y producir más justificaciones. Este es un marco que ha sido diseñado para promover que los estudiantes sean críticos tanto con sus ideas como la de los otros.

Tabla 1. Diferentes ejemplos que pueden utilizarse para ayudar al estudiante a escribir sus argumentos.

Ejemplos de comienzo de oraciones
Mi idea es...
Mis razones son...
Creo en mis explicaciones porque...
Las ideas en contra de mis argumentos son...
Convencería a alguien que no me cree diciéndole...

Las y los profesores tenemos una misión muy importante que cumplir al fomentar el aprendizaje activo y el pensamiento crítico en las clases a través de preguntas. Por lo que les presento algunos ejemplos que se pueden hacer (ver tabla 2): ¿Por qué pensás que tal idea es interesante? ¿cómo sabés cuál es la evidencia que promovería la discusión y la argumentación?

Tabla 2. Ejemplos de preguntas para la discusión.

Ejemplos de preguntas para la discusión
¿Por qué pensás eso?
¿Cuál es tu justificación?
¿Podés pensar en otro argumento para esa postura?
¿Podés pensar en un argumento contra tu postura?
¿Cómo sabés eso?
¿Cuál es tu evidencia?
¿Hay algún otro argumento para eso que creés?

Los métodos de hacer ciencia

El segundo componente de mi charla trata sobre los métodos. Con mucha frecuencia en las clases de química tenemos un problema, que es el llamado "*libro de cocina*", en donde los estudiantes llevan a cabo recetas y no se involucran en la resolución de problemas. Por lo general, se abordan conceptos en las clases de aula, luego hacen investigaciones y, esencialmente, en las prácticas experimentales siguen las recetas al pie de la letra.

En términos de los métodos que se presentan a los estudiantes, existe un modelo lineal del método científico. Donde comenzás con una pregunta, hacés una investigación de antecedentes, construís una hipótesis, se prueba la hipótesis con un experimento, analizás los datos, sacás conclusiones e informás los resultados para luego reflexionar sobre si tu hipótesis era correcta o no. No sé cómo será en las escuelas en Argentina, pero en muchas escuelas inglesas este modelo del método científico está presente, incluso hasta en forma de carteles en las paredes de las aulas. Se anima a los niños a pensar en variables dependientes y variables independientes. Se los lleva a pensar al método científico como una prueba de hipótesis.

Ahora bien, el tema que surge en esta presentación sobre el método científico es que en las actividades experimentales los estudiantes siguen recetas y es posible que no necesariamente se involucren en comprender por qué están haciendo lo que están haciendo. Por lo que la pregunta que debemos hacernos es si es posible tener las manos (*hands on*) y la cabeza (*minds on*) involucradas en nuestras clases y ¿cómo podemos ayudar a los estudiantes a pensar creativamente en los experimentos e investigaciones, pero también manipular los equipos?

NUESTRAS INVESTIGACIONES Y EL PROYECTO CALIBRATE

En nuestras investigaciones hemos utilizado la "Matriz de Brandon" que es básicamente un marco que desafía el tradicional método científico como proceso lineal de prueba de hipótesis (Culliname, Erduran y Wooding, 2019). Si recuerdan el ejemplo de COVID que di antes, dije que a veces, los científicos hacen investigaciones donde hacen observaciones, descripciones y no manipulan ninguna variable. En otras ocasiones manipulan variables, cambian variables, observan o prueban hipótesis. Pensar en el método científico como un proceso lineal de prueba de hipótesis no es correcto. Brandon fue un filósofo que desafió este modelo lineal del método científico y produjo una matriz de 2X2 (tabla 3), que se basa en dos preguntas básicas:

- ¿Estamos probando una hipótesis? o ¿estamos haciendo observaciones o midiendo parámetros?
- ¿Estamos manipulando variables? ¿o no lo estamos haciendo?

Permítanme darles un ejemplo de química usando la cromatografía en papel. Imaginen que están probando la hipótesis de que todas las tintas verdes están compuestas de pigmentos azules y amarillos. Tienen una hipótesis, que es lo que pensás, entonces tus variables serían tintas

diferentes. Este sería un ejemplo de probar una hipótesis manipulando diferentes variables, en las que se probarían diferentes situaciones. Podría probar la hipótesis sin manipular las variables, por lo que, por ejemplo, podría tener la hipótesis de que un trozo de tinta que fue encontrado en algún lugar es el mismo que el de una escena de un crimen, pero en realidad no está manipulando ninguna variable para probar la hipótesis. Allí, la hipótesis no implica ninguna manipulación o cambio de variables

Tabla 3. Ejemplo de matriz de Brandon.

	Manipulación de variable(s)	Sin manipulación de variable(s)
Prueba de hipótesis		
Mediciones y observaciones		

En algunos casos, podría estar manipulando variables pero no probando hipótesis, por ejemplo, podría estar midiendo los valores de frente cromatográfico o el rango de tintas y podría haber tres tintas diferentes. O también, simplemente colocando el papel de cromatografía y haciendo observaciones, no hay hipótesis, pero hay manipulación de las tintas. En otra actividad, puede clasificarse una variedad de tintas en pigmentos puros o mezclas, simplemente observando y haciendo clasificaciones, no hay manipulación. Solo estamos categorizando los diferentes tipos de investigaciones que podría haber.

Así que lo que esto muestra es que, dependiendo del enfoque de la cromatografía usted podría estar poniendo a prueba una hipótesis o podría hacer observaciones o medición de parámetros. O puede ser al mismo tiempo que podría estar manipulando variables o no.

Hemos usado la matriz de Brandon para ver cómo son los exámenes de química en Inglaterra (Culliname, Erduran y Wooding, 2019) en términos de los diferentes métodos que aparecen en las categorías de Brandon, es decir las cuatro categorías de la matriz: prueba de hipótesis manipulativa, medición de parámetros manipulativos, prueba de hipótesis no manipulativa y medición de parámetros no manipulativos.

Hemos analizado diferentes exámenes de secundaria cuyos resultados son tenidos en cuenta en el acceso a las universidades, exámenes de alto riesgo que son tomados a los estudiantes de las escuelas secundarias. En Inglaterra existen diferentes juntas que administran los exámenes, para ese estudio, consideramos tres juntas de examen diferentes (A, B y C) y miramos dos conjuntos de preguntas de examen diferentes, que son tomados en diferentes momentos. Mostraré cómo estas preguntas del examen capturan las diferentes categorías de la matriz de Brandon. Veremos que la mayoría de las preguntas del examen se centran en la medición de parámetros no manipulativos. Casi no hay pruebas de hipótesis manipulativas en la primera actividad de uno de los exámenes.

Existió una representación desproporcionada de las diferentes preguntas en estos exámenes ¿qué significa eso? Bien, el modelo de método científico lineal con prueba de hipótesis no está siendo examinando. Así que aunque se sigue promoviendo el método científico para que se trate de probar hipótesis, las preguntas del examen no enfatizan tanto las pruebas de hipótesis. Sin embargo, cuando miramos las calificaciones que se asignan a las diferentes preguntas de exámenes, encontramos que, a pesar de que las preguntas de prueba de hipótesis con manipulación de variables no estaban tan representadas, es decir, había menos de ellas, se les asignaron más puntos. Esto sugiere que se le da más valor a las preguntas de prueba de hipótesis manipulativas.

Lo que estoy tratando de mostrar con datos es que existe una variación en lo que se enseña potencialmente en las clases y lo que se evalúa en los exámenes. Puede ser que en las actividades prácticas de las clases de química no se enseñe de la misma manera, por lo que dependiendo del énfasis de los métodos utilizados, ya sea que se trate de pruebas de hipótesis manipulativas o pruebas de hipótesis no manipulativas, algunos de los estudiantes podrían estar más favorecidos hacia métodos particulares que aparecerán en el examen. Lo que esto nos ha demostrado, es que existe un desajuste potencial entre la enseñanza y las preguntas del examen.

Por otro lado, hemos utilizado la Matriz de Brandon para desarrollar algunas estrategias con profesores y con quienes están a cargo de las evaluaciones para ver cómo podemos fomentar el pensamiento acerca de los métodos científicos. Así que hemos trabajado con profesores donde les presentamos la Matriz de Brandon, les presentamos algunas tareas de evaluación y entrevistamos a docentes sobre sus puntos de vista. Les mostraré algunos de los datos de los docentes.

También hemos producido algunos recursos de aprendizaje y de enseñanza que están basados en videos y están disponibles gratuitamente en nuestro sitio web (<https://projectcalibrate.web.ox.ac.uk>). Podrán encontrar videos que presentan a los estudiantes la matriz de Brandon y también tenemos diferentes ejemplos para química, biología y física.

Cuando le preguntamos a docentes lo que pensaron sobre la matriz de Brandon, la respuesta en general fue bastante positiva. Este fue un comentario de una de las docentes: *"creo que es una muy buena forma de organizar las prácticas que ya tenemos dentro de nuestro plan de estudios. Deja muy claro qué es lo que evaluamos y en qué nos enfocamos y dónde están nuestras debilidades. 110%. Tan pronto como presentamos todo, estaba como 'wow', mirá, es tan claro lo que falta y lo que no. Pensé que era un muy buen modelo, un modelo muy claro y muy fácil de entender."* Esto fue muy prometedor para nosotros. Este trabajo fue realizado antes de la pandemia, donde aún podíamos reunirnos en persona, y pertenece al Proyecto Calibrate, que ha sido cofinanciado por Welcome Trust Royal Society y la Fundación Gatsby. Ha sido un proyecto de tres años buscando evaluar la enseñanza de las ciencias experimentales en las escuelas de Inglaterra (Erduran y Wooding, 2021; Ioannidou y Erduran, 2021).

Tenemos un próximo artículo (Ioannidou, Finch y Erduran, 2021) donde hablamos sobre las experiencias de los docentes en el uso de la matriz de Brandon en el aula. Nuevamente, los profesores que han usado la matriz ellos mismos en las aulas valoraron su uso para promover un enfoque de zona mental. Se trata de comprender por qué estás haciendo lo que estás haciendo. Éstas son algunas de las citas de los profesores, uno de ellos *"sintió que hizo que la práctica fuera mejor porque hizo que los jóvenes pensarán sobre lo que estaban haciendo"*. Otro docente dijo que *"los estudiantes sentían que tenían más para decir y que en realidad lo estaban haciendo. Entendieron la lógica detrás de esto"*. Pero los profesores fueron cautelosos acerca de cómo incorporar esto en el plan de estudios y tener un elemento de las categorías de la matriz de Brandon y la diversidad de los métodos representados en el plan de estudios.

Como dijimos anteriormente, también trabajamos con los examinadores para cambiar el conjunto de preguntas del examen utilizando la matriz de Brandon como marco de referencia, por lo que hemos producido diferentes preguntas de examen para cada categoría de la matriz de Brandon sobre diferentes temas (electromagnetismo, circuitos, mezclas y destilación, cromatografía, crecimiento y distribución vegetal, osmosis). Para cada una de las actividades de cada uno de los temas hay una quinta pregunta en la que se anima a los estudiantes a comparar y contrastar los diferentes métodos. Creo que posibilita habilidades de pensamiento de orden superior y pensamiento crítico sobre el uso de diferentes métodos, en química en este caso. Hemos realizado algunas investigaciones sobre estas evaluaciones para probar su confiabilidad y validez. Nuestro proyecto involucró a expertos en evaluación educativa que trabajaban con los examinadores.

Cuando la pandemia nos golpeó, no pudimos seguir trabajando directamente con los docentes en las escuelas, por lo que, recurrimos a un entorno en línea para recopilar algunos datos de docentes y estudiantes en el Reino Unido (Erduran, Ioannidou y Baird, 2021). Distribuimos una encuesta y usamos los videos en línea como una forma de atraer a los profesores que estaban buscando recursos durante los primeros días de la pandemia. Logramos incluir en la investigación a 152 profesores y 969 estudiantes, a quienes les enviamos encuestas y los recursos. En cuanto a los resultados obtenidos, hubo una diferencia significativa en la comprensión de los estudiantes de los métodos científicos, les hicimos preguntas sobre métodos científicos (antes y después de ver los videos) y encontramos que existía evidencia de que los recursos ayudaron los estudiantes a entender mejor los métodos científicos.

Otro hallazgo importante fue que los estudiantes indicaron que los recursos del proyecto les ayudó a entender los métodos científicos: *"Antes de ver los videos, pensé que todas las investigaciones científicas requieren una hipótesis de algún tipo que estos videos refutaron de una manera fácil de entender, gracias por abrirme los ojos"*. También confirmaron que los videos trataban de ciencia experimental, esto era importante para nosotros porque, por razones de validez, los videos eran indicativos de actividades experimentales. Por otro lado, se encontró que los estudiantes no

disfrutaron mucho viendo los videos y esto podría deberse a que estaban siendo bombardeados repentinamente con muchas actividades de aprendizaje en línea al inicio de la pandemia, que fue cuando recopilamos estos datos. Pero no estamos realmente seguros del porqué ellos no disfrutaron viendo los videos. También indicaron que los videos eran similares a lo que habían hecho en sus clases normales. Esto fue alentador, porque cuando los estudiantes no podían hacer ningún trabajo práctico en las escuelas, esta era una de las formas de hacer que observaran algunas experiencias.

Otro hallazgo fue que la mayoría de los estudiantes asociaron los recursos con la ciencia experimental. No disfrutaron del todo al completar las preguntas de la encuesta, lo que es comprensible porque les pedimos que también completaran algunas de las preguntas que estaban asociadas con la evaluación. Por lo que eran las preguntas del examen que los profesores usaban al final de los videos. Los estudiantes se manifestaron favorablemente sobre la mayoría de los videos e indicaron que los ayudaron a responder las preguntas ya que eran similares a las preguntas que normalmente hubieran encontrado. El contexto de esta recolección de datos fue en medio del inicio de la pandemia, aproximadamente desde marzo a junio del año pasado, en 2020. Así que nos estimula que en medio de todo esto, los estudiantes y los docentes estuvieran realmente dispuestos a comprometerse con nosotros.

Los mismos docentes tuvieron una actitud positiva hacia los recursos de enseñanza y aprendizaje en línea y consideraron que los videos eran útiles para enseñar ciencia experimental y métodos científicos en particular. La mayoría de ellos pensaba que eran similares a lo que enseñan normalmente y que los usarían de nuevo. La primera sesión, que fue sobre la introducción a la matriz de Brandon, fue menos fácil de entender para ellos, ya que no habían participado de instancias de desarrollo profesional docente. Solo les enviamos los recursos y con los docentes que habían estado colaborando con nosotros en el proyecto antes de la pandemia, producimos algunos recursos de desarrollo profesional. Por lo que estos profesores habían pasado por algún desarrollo profesional que les permitió comprender los diferentes tipos de investigaciones y métodos, creemos que este último grupo de docentes pudo haber encontrado más fácil hacer estas actividades.

También les pedimos a los docentes que nos hablaran sobre las evaluaciones sumativas que habíamos producido y fueron bastante favorables. Creo necesario enfatizar que estas preguntas de evaluación integraron no solo las habilidades prácticas manipulativas, sino también las habilidades de pensamiento en términos de las categorías de la Matriz de Brandon, tomando en cuenta si hay o no una hipótesis, qué tipo de investigación es, alentando el pensamiento crítico sobre el tipo de investigación y los métodos que se están utilizando. Fue bastante alentador para nosotros que las evaluaciones mismas diseñadas con estas ideas en mente fueron percibidas como útiles. Además, los profesores indicaron que utilizarían las evaluaciones, lo que fue otro resultado positivo para nosotros.

En este proyecto tuvimos un enfoque sistémico e integrador (Erduran y Wooding, 2021). Se puso en marcha con una revisión de la literatura de

referencia sobre evaluaciones nacionales e internacionales (Childs y Baird, 2020; Erduran, El Marsi, Cullinane y Ng, 2020), gracias a lo cual nos dimos cuenta de que la forma en la que se enseñan los métodos científicos en las escuelas es parte del problema, tanto en lo mencionado respecto a las recetas de cocina, como al hecho de que no hay mucha innovación en la evaluación. Si las evaluaciones no son innovadoras, la enseñanza no será innovadora porque sabemos que los docentes enseñan para los exámenes.

Cuando hay innovación en la educación, los profesores se involucran con estas innovaciones hasta cierto punto, pero no completamente, porque necesitan volver a las viejas formas de evaluar a los estudiantes en los exámenes. Luego, encontramos la matriz de Brandon que nos ayudó a ver el panorama de las preguntas de examen existentes y cuántos sesgos hay hacia ciertas categorías y menos hacia otras. Hemos trabajado con los examinadores para producir una representación más equilibrada de las diferentes categorías de la matriz. Nuestra intención aquí era que si no vamos a poder cambiar los exámenes y hacer que la evaluación sea innovadora, al menos podemos cambiar el contenido de los exámenes para que valga la pena enseñar para su resolución. Por lo que hemos rediseñado las evaluaciones para incorporar este componente de pensamiento crítico en torno a los métodos utilizados y hemos trabajado con el desarrollo profesional de los docentes analizando las reflexiones y percepciones de los docentes.

Tenemos un artículo publicado en la revista *Journal Research in Science and Technological Education* donde reflexionamos sobre las actitudes y percepciones de los estudiantes sobre la matriz de Brandon y sobre la ciencia experimental en general. Hemos desarrollado estos videos en línea y el equipo que los produjo fueron formadores de docentes, por lo que estaban bastante familiarizados con las actividades experimentales escolares. Finalmente, les he comentado algunos de los resultados de la encuesta nacional con docentes y estudiantes para probar la efectividad de estos recursos de aprendizaje y evaluaciones.

CONCLUSIONES Y AGRADECIMIENTOS

En general, lo que he hecho en esta presentación es ilustrar cómo hemos tratado de hacer que la química experimental sea más significativa desde el punto de vista de los estudiantes, en términos de comprensión de cómo se construye el conocimiento a través de la argumentación, cuál es la naturaleza de la evidencia, cómo promovemos el razonamiento y las justificaciones basándonos en la evidencia. Les he dado algunos ejemplos de estos temas, pero les animo a ver más de la investigación que hemos hecho. En términos de los métodos que hemos reunido, los enfoques prácticos y de la zona mental de la química experimental mediante el uso de este marco de la matriz de Brandon, que extiende el modelo lineal tradicional de método científico como prueba de hipótesis. Hemos diversificado la forma en que pensamos sobre los métodos en química e incluimos una variedad de enfoques diferentes para hacer química, hemos visto cómo las preguntas del examen involucran estos diferentes métodos y

hemos diseñado nuevos enfoques para mejorar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de los métodos de química.

Todos estos enfoques son innovaciones educativas a través de la práctica e investigación en las escuelas y, en última instancia, lo que nuestra investigación está mostrando es que la educación en química necesita una nueva visión para mantenerse al día con los desafíos de la era de la desinformación y equipar a los futuros químicos, así como a los ciudadanos, con habilidades de pensamiento crítico, involucrando a los estudiantes en procesos como argumentación, razonamiento y discusión sobre diferentes métodos. Esperamos que los estudiantes obtengan este tipo de habilidades de pensamiento y habilidades de pensamiento crítico que son útiles no solo para el profesional sino también para el público en general para que puedan navegar en esta época realmente complicada que estamos viviendo en el momento de una pandemia, cuando todavía hay personas que niegan su existencia y creen que el virus es un engaño. No creo que deba convencer a esta audiencia de que éstas son habilidades de importancia crítica para fomentar la educación química.

Necesitamos dedicar más tiempo a reorientar el énfasis acerca del conocimiento y los métodos desde una manera declarativa, donde usualmente decimos a los estudiantes cuál es el conocimiento o cuáles son los experimentos a través de recetas de una manera simple, hacia una visión renovada donde los estudiantes estén más activamente involucrados en la construcción de conocimiento, en los métodos de análisis y colectivamente evaluando cómo se hace química de una forma crítica.

Espero que los pocos ejemplos que les he comentado les den algunas pautas y algunos recursos prácticos para convencerlos sobre cómo lo hemos hecho. Les dejo el enlace a nuestro sitio web que incluye nuestras publicaciones académicas (<https://projectcalibrate.web.ox.ac.uk>). Allí, se incluyen todas las publicaciones que hemos producido para el desarrollo profesional de profesoras y profesores. Y también los videos y preguntas de examen que he mencionado están en ese sitio web.

Para dar por finalizada la conferencia, quería agradecerles por escucharme. Me gustaría agradecer al Comité Organizador de la REQ y a la Dra. Gabriela Lorenzo por haberme invitado a dar esta Conferencia. Es una lástima que no pude visitar la hermosa Argentina, pero espero que haya otras ocasiones en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Cullinane, A., Erduran, S. y Wooding, S. J. (2019). Investigating the diversity of scientific methods in high-stakes chemistry examinations in England. *International Journal of Science Education*, 41(16), 2201-2217. DOI: 10.1080/09500693.2019.1666216
- Childs, A. y Baird, J. A. (2020). General Certificate of Secondary Education (GCSE) and the assessment of science practical work: an historical review of assessment policy. *The Curriculum Journal*, 31(3), 357-378.

- Erduran, S. (2019). *Argumentation in Chemistry Education: Research, Policy and Practice*. Londres: Royal Society of Chemistry.
- Erduran, S., El Masri, Y., Cullinane, A. y Ng, Y. P. D. (2020). Assessment of practical science in high stakes examinations: a qualitative analysis of high performing English-speaking countries. *International journal of science education*, 42(9), 1544-1567.
- Erduran, S., Ioannidou, O. y Baird, J. A. (2021). The impact of epistemic framing of teaching videos and summative assessments on students' learning of scientific methods. *International Journal of Science Education*.
- Erduran, S. y Pabuccu, A. (2012). *Bonding Chemistry and Argument: Teaching and Learning Argumentations through Chemistry Stories*. Bristol: Bristol University.
- Erduran, S. y Wooding, S. (2021). A Project Calibrate approach to summative assessment of practical science. *School Science Review*, 102(381), 71-77.
- Ioannidou, O. y Erduran, S. (2021). Beyond hypothesis testing. *Science & Education*, 30(2), 345-364.
- Ioannidou, O., Finch, K. y Erduran, S. (2021). Secondary teachers' views about teaching and assessing the diversity of scientific methods in practical science. *Journal of Education for Teaching*.
- Halpern, D. F. (2002). *Thought and knowledge: an introduction to critical thinking*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sternberg, R. J. (1986). *Critical Thinking: Its Nature, Measurement and Improvement*. Washington DC: National Institute of Education.

Investigación en didáctica de la Química

LAS REPRESENTACIONES GRÁFICAS EN EL DISEÑO CURRICULAR DE QUÍMICA. UNA MIRADA EN PANDEMIA

Michelle Álvarez¹, Vanesa García², Ignacio Idoyaga^{1,3}, María Gabriela Lorenzo^{1,3}

1- *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Instituto de Investigación en Educación Superior.*

2- *Instituto Joaquín V. González.*

3- *CONICET.*

E- mail: alvarez.michelle.m@gmail.com

Recibido: 13/08/2020. Aceptado: 30/04/2021.

Resumen. La pandemia puso de manifiesto la importancia de la alfabetización gráfica para poder comprender los recursos visuales que circulan en los medios. Como un aporte desde la enseñanza de la química se presentan una serie de contenidos plausibles de ser abordados desde la problemática de la pandemia y con representaciones gráficas. Este trabajo presenta un estudio de carácter exploratorio y descriptivo acerca de los lineamientos del diseño curricular de la Nueva Escuela Secundaria de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires para la enseñanza *de* y *con* representaciones gráficas en Química. Los resultados mostraron una gradualidad en los niveles de procesamiento de la información contenida en las representaciones gráficas conforme se avanza el grado de instrucción; desde un procesamiento de la información explícita e implícita hacia el procesamiento de la información conceptual. Para finalizar, se proponen algunas actividades para el caso de la preparación de soluciones desinfectantes de alcohol, que contemplan las recomendaciones curriculares respecto del uso de representaciones gráficas.

Palabras clave. representaciones gráficas, diseño curricular, química, pandemia.

Visual representations in Chemistry curriculum. A look from the pandemic

Abstract. The importance of graphicacy is highlighted by the pandemic in order to understand the visual resources that are broadcasted in the media. Such as a contribution from Chemistry education, several Chemistry contents are presented here to be approached from the problem of the pandemic with graphical representations. This article presents an exploratory and descriptive study about the curricular guidelines of the Nueva Escuela Secundaria (New Secondary School) of Ciudad Autónoma Buenos Aires for the teaching *of* and *with* graphical representations in Chemistry. The results showed an increase of the levels of the information processing contained in the representations while the instruction progresses, from an explicit and implicit information processing to the conceptual one. At last, some activities about the preparation of alcoholic disinfectant solutions, considering the curricular recommendations regarding the use of graphic representations are proposed

Keywords. visual representations, curriculum, chemistry, pandemic.



INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta un primer análisis de los lineamientos para la enseñanza en las asignaturas Físico-química y Química incluidos en el diseño curricular de la Nueva Escuela Secundaria (NES) de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Este análisis considera aspectos relacionados con las representaciones gráficas (RG) y con los contenidos conceptuales que se pueden vincular a la pandemia por COVID-19. De este modo, se proponen estrategias para la enseñanza de las RG en química a partir del abordaje de la contingencia sanitaria.

Las RG como sistemas externos, apoyan y amplifican el funcionamiento de la mente, pudiendo actuar como prótesis de la cognición (Pozo, 2001). En consecuencia, pueden considerarse recursos fundamentales para la construcción de conocimiento científico y para su enseñanza y aprendizaje (Artola, Mayoral y Benarroch, 2016, Grilli, Laxague y Barboza, 2015, Gómez Llombart y Gaviria Catalán, 2015). Existen diferentes tipos de RG: *mapas*, que expresan relaciones espaciales selectivas; *diagramas*, que muestran vínculos conceptuales; *ilustraciones*, que tienen intención reproductiva; y *gráficos*, que presentan relaciones cuantitativas (Postigo y Pozo, 2000). Todas estas RG pueden emplearse con diferentes objetivos en las prácticas educativas (García García, 2005). Así, pueden ser usadas para exponer una idea, plantear una pregunta problema o en el marco de una actividad experimental. Para que cualquiera de estos usos resulte potente, los estudiantes deben poder procesar estas representaciones más allá de su información explícita e implícita, llegando al plano de la resignificación conceptual de las mismas, lo que implica una mayor demanda cognitiva (Idoyaga y Lorenzo, 2019). Es decir, pueden reconocerse al menos tres niveles de procesamiento de la información gráfica de complejidad creciente (Postigo y Pozo, 2000):

- El procesamiento de la información explícita, el nivel más superficial de lectura, que alude a la identificación de los elementos presentes en la RG (título, número, nombre, tipo, distintos valores de las variables, entre otros).
- El procesamiento de la información implícita, el cual requiere encontrar patrones y tendencias en la RG. Este procesamiento supone un cierto conocimiento y dominio del sistema semiótico.
- El procesamiento de la información conceptual, que requiere en gran medida de los niveles anteriores y está centrado en el establecimiento de relaciones conceptuales a partir del análisis global de la estructura de la RG.

En consecuencia, durante la escolarización es necesario plantear una alfabetización que sobrepase el conocimiento de los sistemas de signos y los primeros niveles de procesamiento de la información e incluya la apropiación de las reglas y restricciones y del procesamiento conceptual para, así, aprender a través de representaciones (Pozo, 2020).

La pandemia por COVID-19 que afecta a la Argentina, y a todo el planeta, desde marzo de 2020, inauguró una forma particular de comunicación

pública, especialmente en los discursos políticos donde las RG han cobrado un gran protagonismo. Es decir, estas representaciones y otros elementos del circuito comunicativo de la química, en particular, y de las ciencias naturales en general, se utilizan para informar a la sociedad y fundamentar decisiones sanitarias (Idoyaga, Moya y Lorenzo, 2020). Esto, pone de manifiesto la importancia de una completa alfabetización gráfica, como una parte ineludible de la educación científica para la ciudadanía, por lo que debe garantizarse su desarrollo durante la escolarización obligatoria.

Por todo lo expuesto, el objetivo de este trabajo es presentar una revisión del diseño curricular de la NES para identificar, por un lado, el rol que se asigna a las RG y, por otro lado, detectar aquellos contenidos que sirven como puntos de anclaje para proponer estrategias de enseñanza *de* y *con* RG en el espacio curricular química incorporando los aportes que ofrece el contexto de la pandemia.

METODOLOGÍA

Se planteó un estudio documental de carácter exploratorio y descriptivo con enfoque cualitativo. La selección de la muestra fue intencional. Se trabajó con el diseño curricular de la NES. Se consideraron los apartados presentación, propósitos de enseñanza, objetivos de aprendizaje, contenidos, sugerencias para la enseñanza, formas de conocimiento y técnicas de estudio y orientaciones generales para la evaluación, explicitados en el documento para las asignaturas Físico-química de tercer año (FQ3) y Química de quinto año (Q5). Estos espacios curriculares, representan la totalidad de los cursos de química de la formación general, es decir, el trayecto compartido por todos los estudiantes de nivel secundario independientemente de la modalidad.

En una primera etapa, se realizó la lectura los apartados del diseño curricular mencionados anteriormente para reconocer el rol de las RG que expresa el documento con el fin de identificar aquellos fragmentos referidos al trabajo con representaciones gráficas o visuales, gráficos, diagramas, esquemas o ilustraciones. Cada uno de estos fragmentos operó como unidad de análisis. Se utilizaron categorías generadas a priori para el estudio de los fragmentos textuales.

Las categorías de análisis fueron: *Construcción de RG* y *Procesamiento de la información de las RG*. En esta última, se distinguió entre *Procesamiento de la información explícita e implícita* y *Procesamiento de la información conceptual*. Los indicadores considerados para las categorías se resumen en la tabla 1.

Se realizó un análisis independiente, y luego se realizó triangulación de investigadores. Se utilizó como herramienta principal de análisis el software ATLAS.ti 8. Copyright © - 2019 ATLAS.ti. Scientific Software Development GmbH Berlín, Alemania.

En una segunda etapa, se realizó una revisión de la sección contenidos del diseño para identificar tópicos disciplinares vinculados al contexto de pandemia. Esto, implicó la comparación de los contenidos explicitados en el documento con una lista de contenidos de química que se vinculan con

distintos aspectos de la situación de pandemia. Esta lista fue realizada en consulta con profesores de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, que se desempeñaban en las áreas de química y salud. Cada investigador realizó una lectura independiente, y luego se trianguló.

Tabla 1. Procedimientos con RG.

Categoría		Indicadores (Frasas orientadas a ...)
Construcción		Organizar información en alguna RG Construir alguna RG con datos teóricos Construir alguna RG con datos experimentales. Construir alguna RG a partir de distintos registros semióticos (lengua natural, álgebra).
Procesamiento	De la información explícita o implícita	Reconocer sectores en alguna RG. Identificar valores o variables en alguna RG. Identificar tendencias o regularidades en alguna RG.
	De la información conceptual	Analizar alguna RG Interpretar alguna RG Comparar información de diferentes RG Convertir y hacer concordar distintos registros semióticos (lengua natural, álgebra) con alguna RG

RESULTADOS

Las Representaciones Gráficas en el diseño curricular

La propuesta curricular de ambas asignaturas hace referencia al trabajo con RG. Particularmente se presentan una serie de *sugerencias para la enseñanza de procedimientos* dentro de la cual, se incluyen estos aspectos. En el diseño, salvo contadas excepciones, no está explícito qué contenidos deben abordarse a través de RG y cuáles no. Sin embargo, recomienda una enseñanza a partir de actividades tanto de construcción de RG como de procesamiento de las mismas. En el caso de FQ3, se propone una enseñanza centrada en la *Construcción de RG* y en el *Procesamiento de la Información Explícita e Implícita*. Particularmente se proponen la construcción de gráficos, identificación de variables, tendencias y funciones matemáticas. Para Q5, las referencias a la enseñanza con RG son menos y se proponen algunas actividades de *Construcción de RG*, fundamentalmente gráficos, y el *Procesamiento de la información conceptual*, análisis e interpretaciones complejas.

Al referirse a los *objetivos de aprendizaje*, en el caso de FQ3 se espera que los estudiantes sean capaces de construir gráficos y diagramas, analizarlos e interpretarlos. Mientras que cuando se refiere a Q5 no se incluye ningún objetivo relacionado con la *Construcción o Procesamiento de RG*.

En la descripción de las *formas de conocimiento*, se espera que los estudiantes de FQ3 puedan organizar información en diferentes RG. En Q5 la demanda es mayor y se requiere además de organizar información en diferentes RG realizar pasajes entre diferentes registros semióticos (por ejemplo: de gráfico a texto argumentativo, de ilustración a esquema), analizar diferentes RG y comparar información contenida en ellas.

En las *orientaciones generales para la evaluación*, en FQ3 no se sugiere evaluar con RG, y en Q5 se sugiere evaluar el análisis de gráficos.

En suma, en FQ3 se plantea un abordaje más elemental de las RG trabajando fuertemente la construcción y procesamiento de las mismas en los niveles explícito e implícito. En Q5, se priorizan los gráficos, como tipo particular de RG y su procesamiento a un nivel conceptual, incluso en la evaluación.

Los Contenidos vinculados a la pandemia

En la Tabla 2, se presentan los contenidos de los espacios curriculares (EC) FQ3 y Q5, que pueden ser abordados desde aspectos que se vinculan con la pandemia.

Tabla 2. Contenidos curriculares y aspectos de interés vinculados a la pandemia.

EC	Contenido	Aspecto vinculado a la pandemia
FQ3	Termometría	Fiebre
FQ3	Equilibrio Térmico	Conservación de muestras
FQ3	Concepto de soluto y solvente. Solución diluida, concentrada, saturada	Preparación de alcohol 70% v/v o de lavandina
Q5	Formas de expresión de la concentración (% m/m, % m/V, % V/V, ppm, M)	
Q5	Química orgánica. Propiedades de las sustancias orgánicas	Lavado de manos con jabón
Q5	Reacciones Químicas. Escritura de ecuaciones	Reacción de PCR
Q5	Cinética Química Catalizadores biológicos: las enzimas	
Q5	Los compuestos del carbono Isomería. Quiralidad en la naturaleza Compuestos de importancia biológica	Diseño de fármacos
Q5	Compuestos de importancia biológica	Estructura viral

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Este trabajo ofrece una visión general sobre las recomendaciones ministeriales para el trabajo *de* y *con* RG en las clases de Química.

En cuanto al trabajo con RG, se identificó un interés en la construcción y un incremento en la demanda cognitiva de las tareas de procesamiento planteadas conforme se avanza en la instrucción. Esto se pone en evidencia en el paso de un procesamiento explícito e implícito de la información gráfica propuesto para FQ3, hacia un procesamiento de la información a nivel conceptual que prepondera en los lineamientos de Q5.

Estos aspectos, en diálogo con los contenidos que fueron identificados para ambas asignaturas y plausibles de ser abordados a partir de problemáticas que emergen de la pandemia, permiten pensar propuestas de enseñanza tendientes a aumentar las posibilidades de aprendizaje de los estudiantes. De esta manera, es posible contribuir a su alfabetización gráfica y, por lo tanto, al desarrollo de habilidades de análisis crítico de recursos visuales que abundan en la comunicación pública sobre la pandemia.

A partir de los resultados pueden plantearse actividades de enseñanza *de* y *con* RG contextualizadas en la situación sanitaria actual. A modo de ejemplo y para enriquecer esta discusión, puede considerarse el caso de la enseñanza de soluciones en FQ3. La preparación de alcohol 70% v/v o de disoluciones de agua lavandina, son prácticas que todos los ciudadanos han tenido que llevar adelante durante el aislamiento ya que su utilización fue recomendada como medida preventiva. Partiendo de una actividad experimental sencilla como la preparación de disoluciones de concentración decreciente, utilizando algún soluto coloreado disponible en los hogares, es posible realizar una curva de calibración. Puede estimarse un valor de concentración para cada solución y graficarse. Para ello deberán identificarse la variable independiente y la dependiente. Esta actividad puede repetirse y complejizarse utilizando el simulador de concentración Phet (disponible en <https://phet.colorado.edu/>), obtener datos de concentración numéricos, organizarlos en una tabla y luego, en un gráfico (*Construcción de RG*). Sobre los gráficos construidos pueden realizarse actividades de *Procesamiento de la información* como, por ejemplo: identificación de puntos, identificación de tendencias y comparación entre gráficos. Finalmente puede entregarse un gráfico teórico de concentración de solución lavandina en función de cantidad de soluto para diferentes marcas y problematizar en torno a la preparación con cada marca, el rendimiento de cada una y su relación con la economía de un hogar.

El contexto de pandemia es un problema real y complejo atravesado por un sinnúmero de variables relacionadas con cuestiones de salud pública, de investigación científica, de intereses económicos y políticos, entre otras tantas. De esta forma, se pone en evidencia la posibilidad de construir propuestas educativas potentes que promuevan la alfabetización gráfica, el trabajo interdisciplinario, que incluyan la perspectiva CTS y que contribuyan a la construcción de naturaleza del trabajo científico.

Como corolario, es importante decir que, dado que las RG están presentes en la enseñanza de todos los contenidos de Química, es importante comenzar a reconocerlas como contenidos propios de la disciplina que requieren ser enseñados como tales (Idoyaga y Lorenzo, 2019). Como se vio en este trabajo, si bien en el diseño curricular aparecen menciones al uso de RG, este uso es ambiguo y no está explicitado qué RG deben usarse para enseñar los contenidos y de qué manera deben ser incluidas dichas RG. Aparecen de manera aislada, posiblemente encapsuladas a ciertos contenidos conceptuales que tradicionalmente se enseñan con representaciones, por ejemplo, la mencionada curva de enfriamiento de la naftalina (que aparece en el diseño). Esta forma de incluir a las RG en el diseño curricular desconoce la naturaleza representacional de la Química, en la cual conceptos y representaciones guardan una relación de reciprocidad en donde ambas se interpelan y no se puede pensar una sin la otra (Lorenzo y Pozo, 2010). De esta forma, los diseños curriculares no solo deben incluir a las RG, sino también ser específicos en el tipo de representaciones que es recomendable emplear para abordar los temas y el uso que debe hacerse de éstas.

Para terminar, es menester comentar que este trabajo, entendido como un primer análisis sistémico, exige continuar la investigación documental. Algunos interrogantes que quedan planteados son: ¿Cuál es el lugar de las representaciones gráficas en la totalidad del diseño? ¿Y en otros diseños? ¿Cómo se aborda la enseñanza *de* y *con* RG en los diseños curriculares de la formación de profesores? ¿En qué medida estas recomendaciones impactan en la realidad de las aulas? ¿Qué sucede en la Universidad?

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue realizado en el marco del Proyecto UBACTY-2018: 20020170100448BA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artola, E., Mayoral, L. y Benarroch, A. (2016). Dificultades de aprendizaje de las representaciones gráficas cartesianas asociadas a biología de poblaciones en estudiantes de educación secundaria. Un estudio semiótico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 36–52. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2951>
- Diseño Curricular para la Nueva Escuela Secundaria. Formación general del Ciclo Orientado del Bachillerato. Ciudad de Buenos Aires, agosto de 2015. https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/nes-co-formacion-general_w_0.pdf
- García García, J. J. (2005). El uso y volumen de información en las representaciones gráficas cartesianas presentadas en los libros de texto de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 181–200. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/22017>

- Gómez Llombart, V. y Gaviria Catalán, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 441-455. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2934>
- Grilli, J., Laxague M. y Barboza, L. (2015). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con y a partir de la imagen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 91-108. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2904>
- Idoyaga, I. y Lorenzo, G. (2019). *Las representaciones gráficas en la enseñanza y el aprendizaje de la física en la universidad* (Tesis doctoral). Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Idoyaga, I., Moya, N. y Lorenzo, G. (2020). Los gráficos y la pandemia. Reflexiones para la educación científica en tiempos de incertidumbre. *Revista Educación en Ciencias Biológicas*, 5(1), 1-18. <https://doi.org/10.36861/RECB.5.1.1>
- Lorenzo, M. G. y Pozo, J. I. (2010). La representación gráfica de la estructura espacial de las moléculas: Eligiendo entre múltiples sistemas de notación. *Cultura y Educación*, 22(2), 231-246. <https://doi.org/10.1174/113564010791304555>
- Postigo, Y. y Pozo, J. I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 23(90), 89-110. <https://doi.org/10.1174/021037000760087982>
- Pozo, J. I. (2001) *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne*, Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. [CIAEC FFyB]. (2020, 08 de Junio). Enseñar ciencias experimentales en tiempos de pandemia. 3er Encuentro Seminarios del CIAEC. [Archivo de video]. <https://www.youtube.com/watch?v=oAfOgJ1ENck>

Investigación en didáctica de la Química

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA RETÓRICA DE LOS CUADERNILLOS DEL PROGRAMA "SEGUIMOS EDUCANDO" PUBLICADOS DURANTE EL AISLAMIENTO SOCIAL, PREVENTIVO Y OBLIGATORIO

Andrés Espinoza-Cara^{1,2}, María Constanza Bauza-Castellanos^{1,2},
Gabriela García-Huarque¹

1- *Ministerio de Educación de Santa Fe, Rosario, Santa Fe, Argentina*

2- *Universidad Nacional de Rosario (UNR), Rosario, Santa Fe, Argentina*

Email: andres.espinoza.cara@gmail.com

Recibido: 01/08/2020. Aceptado: 05/05/2021.

Resumen. En este trabajo analizamos la coherencia instruccional de los textos educativos de química contenidos en los cuadernillos del ciclo básico y orientado distribuidos por el Ministerio de Educación de la Nación desde comienzo de clases en el mes de marzo hasta el receso invernal del mes de julio, como parte del programa "Seguimos educando", desarrollado durante la pandemia de COVID-19. Como resultado encontramos distintos estilos retóricos que nos permitieron clasificar los textos en dos grupos diferentes (Grupo A y B). Los textos del grupo A presentan un modelo de ciencia dogmático afirmativo, un modelo de receptor distante, un modelo didáctico coherente transmisivo y la factualidad que presenta hechos académicos priorizando las definiciones. Los textos del grupo B presentan un modelo de receptor cercano, un modelo didáctico problemático y la factualidad en donde predominan los hechos reales.

Palabras clave. química, pandemia, coherencia instruccional, estructura retórica, libro de texto.

Analysis of the rhetorical structure of the "Continuing Education" booklets published during the Social, Preventive and Compulsory Isolation

Abstract. In this work we analyzed the instructional coherence of the chemistry educational texts contained in the basic and oriented cycle booklets distributed by the National Ministry of Education from the beginning of classes in March until the winter break in July, as part of the program "Seguimos educando" (We continue educating), developed during the covid-19 pandemic. As a result, we found different rhetorical styles that allowed us to classify the texts into two different groups (Group A and B). The texts of group A present an affirmative dogmatic science model, a distant receiver model, a coherent didactic transmissive model and factuality that presents academic facts prioritizing definitions. The texts of group B present a close receiver model, a problematic didactic model and factuality where real facts predominate.

Keywords. chemistry, pandemic, instructional coherence, rhetorical structure analysis, textbook.



INTRODUCCIÓN

Debido a la pandemia de COVID 19 en distintas partes del mundo se tomaron medidas para evitar el colapso del sistema sanitario. En Argentina, luego de decretarse el aislamiento social preventivo y obligatorio, todas las instituciones educativas de todos los niveles del país cerraron sus puertas. Esto produjo una disrupción abrupta de las clases presenciales en todos los niveles del sistema educativo. Para asegurar la continuidad escolar a distancia, el Ministerio de Educación de la Nación puso en marcha el programa "Seguimos educando" que incluye la publicación de contenido a través de un sitio web, programación diaria en la televisión y radio pública, y distribución de cuadernillos impresos.

La situación actual puso en evidencia la carencia de recursos tecnológicos y acceso a internet en distintas partes del país. Una encuesta rápida realizada por UNICEF muestra que 18% de los adolescentes no cuenta con acceso a Internet en sus hogares, un porcentaje que se incrementa al 21% entre estudiantes de escuelas estatales y que afecta al 28% de los jóvenes entre 13 y 17 en hogares destinatarios de la Asignación Universal por Hijo (AUH). Asimismo, el 37% de los encuestados afirma que no dispone de una computadora o tableta para realizar sus tareas escolares, aumentando al 44% en los estudiantes de establecimientos estatales y al 53% en quienes perciben la AUH (UNICEF, 2020). De este modo, para muchos estudiantes que no tienen acceso a internet, la televisión, la radio y los cuadernillos impresos serían los únicos recursos que posibilitan la continuidad educativa.

En este trabajo se analiza la retórica de los textos educativos de química contenidos en los cuadernillos del ciclo orientado distribuidos por el Ministerio de Educación de la Nación desde comienzo de clases en el mes hasta el receso invernal del mes de julio.

Hasta la fecha se publicaron 5 cuadernillos de ciclo básico y 5 cuadernillos de ciclo orientado, como se resume en la tabla 1.

Tabla 1. Lista de materiales evaluados

Lista de materiales evaluados
Ciclo básico: cuadernos 1, 2, 3, 4 y 5. Ministerio de Educación de la Nación (2020) Educación Secundaria. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.
Ciclo orientado: cuadernos 1, 2, 3, 4 y 5. Ministerio de Educación de la Nación (2020). Educación Secundaria. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.

Los cuadernillos de ciclo básico corresponden a primer y segundo año de la escuela secundaria y en las secciones de ciencias naturales se encuentran temas de Físicoquímica y/o Biología.

Los temas específicos relacionados con química dependen del ciclo al que corresponde el cuadernillo. Los cuadernillos del ciclo básico presentan temas como definición de química, mezclas, átomos, tabla periódica e isótopos. Los cuadernillos del ciclo orientado corresponden a tercero, cuarto y quinto año de la escuela secundaria obligatoria y en la sección de ciencias naturales se pueden encontrar temas de Física, Química o Biología. Para el ciclo orientado los temas abarcados son tabla periódica, átomos, elementos, sustancias, mezclas, métodos de separación de fases, reacciones químicas, química del carbono, biomoléculas, huella de carbono e impacto ambiental y los compuestos de carbono. Todos los recursos están disponibles para descargar en la página del Ministerio de Educación de la Nación.

METODOLOGÍA

Se han empleado diferentes enfoques para evaluar la coherencia de recursos instruccionales. Independientemente del enfoque, todos buscan evaluar la efectividad de los recursos instruccionales para producir aprendizajes significativos. Los recursos instruccionales coherentes fomentan que el estudiantado trate de explicar fenómenos, a compartir e inspeccionar las ideas implicadas en ellos, a desarrollar criterios y a experimentar las tensiones y la emoción de encontrar lagunas en las ideas y tratar de resolverlas (Sikorski y Hammer, 2017). Ibero y Latino América tienen una larga trayectoria en la búsqueda de fundamentos coherentes para las prácticas y las producciones escolares. Mercé Izquierdo-Aymerich y Agustín Adúriz-Bravo (2003) establecieron un marco de referencia para una ciencia escolar con base epistemológica en modelos cognitivos de ciencia. Este se ha convertido en un programa de investigación importante para la región. Dentro de este programa se han establecido bases para las ciencias naturales escolares fundamentadas epistemológicamente. El modelo de ciencia escolar tiene como objetivo facilitar a los estudiantes recursos para intervenir, pensar y hablar sobre hechos del mundo. Este marco se ha usado exhaustivamente para evaluar recursos educativos instruccionales y elaborar secuencias didácticas coherentes.

Las prácticas educativas requieren de procesos de comunicación que son conducidos a través de distintos medios, cada uno con su lenguaje específico. Tales lenguajes consisten de estructuras que revelan su intencionalidad que pueden ser etiquetadas como retóricas. Espinet et al. (2012), establecen que: "La retórica consiste en organizar y presentar las ideas de manera coherente, cohesiva y completa, utilizando recursos de comunicación para que los estudiantes aprendan a ver el mundo en términos de nuevas entidades". Es decir 'buena retórica', será aquella que contribuya a que el alumnado establezca relaciones de coherencia entre sus conocimientos (lo que piensa), su intervención en los fenómenos (lo que hace) y su lenguaje (lo que puede comunicar); es decir, a que comprenda que la ciencia permite un determinado tipo de intervención en los fenómenos del mundo para pensar y hablar sobre ellos de una manera determinada. La retórica no sólo se ocupa del lenguaje expreso, sino que también se ocupa de la estructura narrativa global. Es decir que esta

metodología nos permite indagar acerca de la coherencia intraunidad y interunidad.

La metodología cualitativa seleccionada para el análisis de la coherencia es la de la retórica narrativa originalmente propuesta para el análisis de libros de texto (Izquierdo, 2006). En estas investigaciones se sostiene que las narrativas presentes en los libros de texto se pueden caracterizar según su comunicabilidad y su contenido factual. A partir de esos aspectos, se han definido 18 indicadores para el análisis de los recursos instruccionales que resumimos en la Tabla 2.

Tabla 2. Indicadores permiten caracterizar los diferentes libros como narraciones orientadas por una retórica específica (Izquierdo, 2006).

Comunicabilidad	Modelo de ciencia	Dogmática	Afirmativa 1	Narrador y audiencia ¿Quién narra y a quien se dirige?
			Magistral 2	
		Problemática	Duda retórica 3	
			Duda real 4	
	Modelo de Receptor	Distante	Discípulo 5	
			Colega 6	
		Próximo	Colaborador 7	
			Aprendiz activo 8	
	Modelo didáctico	Coherente	Descubrimiento 9	Elementos de autoridad ¿Quién garantiza que lo que se dice es importante?
			Transmisiva 10	
			Constructivista 11	
		Incoherente	12	
Factualidad	Hechos de los que se habla	Fenómenos	Reales 13	Elementos factuales y conceptuales importantes ¿Cuáles son los hechos que se narran?
			Laboratorio 14	
			Simbólicos 15	
		"Hechos de habla"	Definiciones 16	Recursos utilizados para presentarlos ¿Cómo se construye el conocimiento científico en esta historia?
			Comparaciones 17	
			Deducciones 18	

Toma y Registro de datos

Se revisaron los cuadernillos disponibles de los ciclos básico y orientado del programa "Seguimos Educando" del número 1 al 5 y se relevaron los datos de los cuadernillos que tuvieran contenidos de química. Para la coherencia instruccional se utilizó un instrumento de recogida de datos similar al informado Carla Hernández-Silva (2012) siguiendo a Izquierdo(2006) e Izquierdo et al. (2008). Para promover la fiabilidad y la coherencia, los resultados del análisis fueron examinados por separado por los investigadores, que posteriormente debatieron los resultados obtenidos luego del análisis.

RESULTADOS

Se tomaron los datos de cada cuadernillo y se hizo el análisis de la retórica. Se encontraron diferentes estilos de retórica. Estos estilos fueron distribuidos en dos grupos:

- i) grupo A que consta del cuadernillo 4 del ciclo básico y
- ii) grupo B que consta del cuadernillo número 2 del ciclo básico.

Grupo A

En los cuadernillos de este grupo los autores exponen las ideas sobre ciencias como verdades a mostrar de manera arbitraria, es por eso que se caracterizan por tener una argumentación del tipo afirmativa. Por ejemplo:

"En una reacción química se cumple la ley de conservación de la masa propuesta por Antoine Lavoisier"

En cuanto al receptor al cual se le presentan los hechos puede verse que es distante implicado como discípulo en la narración:

"Además, sabemos que en cada molécula orgánica hay un grupo de átomos que le otorga propiedades específicas, que se denomina grupo funcional".

En la interacción que propone la narración entre ciencia y lector se identifica un modelo didáctico que es coherente con un estilo de aprendizaje por transmisión:

"Los hidrocarburos aromáticos, por su parte, son compuestos oleosos, inflamables y de fuerte olor. Su principal exponente es el benceno."

También observamos que en el texto predominan los hechos académicos:

"Las aminas de baja masa molecular son solubles en agua debido a la presencia del nitrógeno, lo que les permite formar puentes de hidrógeno con las moléculas de agua".

En los "hechos de habla" predominan las definiciones:

"Los hidrocarburos, un enorme grupo de compuestos que sólo contienen carbono e hidrógeno".

En la siguiente tabla se resumen los indicadores para el grupo A:

Tabla 3. Indicadores que caracterizan la narración para el Grupo A.

Comunicabilidad	Modelo de Ciencia	Dogmática	Afirmativa
	Modelo de Receptor	Distante	Discípulo
	Modelo	Coherente	Transmisivo
Factualidad	Hechos de los que se habla	Fenómenos	Académicos
		"Hechos de habla"	Definiciones

Grupo B

Para el cuadernillo 2 del ciclo básico, se observa que el discurso presenta las entidades teóricas de manera problemática formulando preguntas mediante una duda retórica, el discurso se construye con preguntas que no implican problemas cercanos al lector y cuyas respuestas son conocidas por el autor y aparecen con el desarrollo del texto, por ejemplo:

"Posiblemente hayan escuchado la expresión "alimento sin químicos agregados" o alguna similar. ¿Qué mensaje nos transmite esta frase?"

En cuanto al receptor al que se le presentan los hechos podemos observar que es cercano jugando el papel de colega:

"Las químicas y los químicos se dedican al diseño y la fabricación de nuevos materiales, medicamentos, alimentos, entre otros. Dicho así, el trabajo de estos profesionales nos puede resultar lejano, al igual que su objeto de estudio".

En la interacción que propone entre ciencia y lector se identifica un modelo didáctico Coherente con un estilo de aprendizaje por transmisión:

"La lavandina comercial es una solución de agua con hipoclorito de sodio al 2,67%. Esta sustancia es un oxidante, lo que significa que ataca a muchas otras sustancias destruyéndolas, por eso actúa como aclarante, quitamanchas, desodorizante y desinfectante".

La factualidad de las narrativas nos indica los tipos de hechos de los que se habla en el libro de texto. En este caso predominan los hechos reales cotidianos al receptor:

"Cuando hacemos un té o un mate cocido, cuando preparamos la comida y también cuando lavamos los platos y la ropa, estamos haciendo mezclas"

Por último, en los "hechos de habla" predominan las definiciones:

"El coronavirus está rodeado por una capa de lípidos, un material similar a la grasa. Las partículas de jabón tienen la capacidad de unirse a las grasas y al agua, por ese motivo puede unirse a la capa externa del virus, romperlo, y luego el agua lo arrastra"

En la siguiente tabla se resume la red sistémica de indicadores para el grupo B:

Tabla 4. Indicadores que caracterizan la narración para el Grupo B.

Comunicabilidad	Modelo de Ciencia	Problemática	Duda retórica
	Modelo de Receptor	Cercano	Colega
	Modelo	Coherente	Transmisiva
Factualidad	Hechos de los que se habla	Fenómenos	Reales
		"Hechos de habla"	Definiciones

CONCLUSIONES

El propósito de este trabajo fue poner en evidencia las estructuras retóricas de los textos de química del programa de contingencia ante la pandemia del COVID-19, "Seguimos Educando". Encontramos dos estilos retóricos por lo que agrupamos los cuadernillos en dos grupos. El grupo A se encuentra que predomina un modelo de ciencia dogmática-afirmativa, un modelo de receptor distante, un modelo didáctico transmisivo y respecto a la factualidad en la que predominan los hechos académicos y las definiciones. El grupo B presenta un estilo retórico diferente al anterior donde predominan hechos de la vida cotidiana cercanos al estudiantado. A pesar de las diferencias se observa que todos los cuadernillos presentan contenidos estructurados de manera tradicional y casi no se encuentran centrados en generar actividad experimental genuina.

Para muchos estudiantes de secundaria que no tienen acceso a internet los cuadernillos impresos son los únicos recursos que podrían posibilitar la continuidad educativa. El estudio retórico puede ayudar a diseñadores instruccionales a generar materiales con mayor coherencia interna de manera rápida. Queda pendiente realizar un análisis exhaustivo de la calidad instruccional y la coherencia de los recursos instruccionales elaborados durante todo el año. En particular, será clave enfocarse a futuro en generar actividad escolar experimental centrada en procesos de modelización y argumentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Espinet, M., Izquierdo, M., Bonil, J., De Robles, S. L. R. (2012). The role of language in modeling the natural world: perspectives in science education. In B. J. Fraser, K. Tobin, C. J. McRobbie (eds.), *Second international handbook of science education*. (pp. 1385–1403). Dordrecht: Springer.
- Hernández Silva, C. V. (2012). *Identificación de los indicios de calidad en la transición de los libros de texto de papel hacia los libros digitales: El caso de las Ondas*. Universitat Autònoma de Barcelona.

- Izquierdo, M., Márquez, C., Gouvêa, G. (2006). La función retórica de las narraciones experimentales en los libros de ciencias. Presentación de una pauta de análisis. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(2).
<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4049>
- Izquierdo, M., Márquez, C., Gouvea, G. (2008). A Proposal for Textbooks Analysis: Rhetorical Structures. *Science Education International*, 19, 209–218.
- Izquierdo, M., Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science&Education*, 12(1), 27–43.
- Sikorski, T.-R., Hammer, D. (2017). Looking for coherence in science curriculum. *ScienceEducation*, 101(6), 929–943.
- UNICEF (2020). "Encuesta de Percepción y Actitudes de la Población. Impacto de la pandemia COVID-19 y las medidas adoptadas por el gobierno sobre la vida cotidiana" INFORME SECTORIAL: EDUCACIÓN UNICEF Argentina.

Investigación en didáctica de la Química

LAS PUBLICACIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DEL LENGUAJE QUÍMICO EN EDENLAQ

Andrea Silvana Ciriaco

Colegio Universitario Patagónico. UNPSJB. Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.

E-mail: andrea.ciriaco14@gmail.com

Recibido: 15/01/2021. Aceptado: 28/05/21

Resumen. En este artículo se presentan los resultados de una revisión bibliográfica descriptiva en la que se analizan las publicaciones en distintas ediciones de la revista *Educación en la Química* desde el año 2001 al año 2019 sobre el eje Lenguaje Químico, con el objetivo de acercar a los docentes posibles soluciones a problemas educativos actuales, encontrar nichos de investigación y fomentar la tarea de escritura y divulgación del trabajo de investigación docente. Esta revisión llevó a la identificación de obstáculos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje centrados en la comunicación específica del área de química concluyendo en la necesidad de divulgación de consensos que permitan achicar la brecha comunicacional entre docentes y estudiantes.

Palabras clave. definiciones, problemas educativos, enseñanza de la química.

Systematized bibliographic review: The language chemistry teaching publications in Argentina

Abstract. This article presents the results of a descriptive bibliographic review on the Chemical Language axis of the different editions of the journal *Educación en la Química* from 2001 to 2019, with the aim of bringing teachers closer together possible solutions to current educational problems, find research niches and encourage the task of writing and disseminating teaching research work. The review led to the identification of some obstacles in the teaching and learning processes focused on the specific communication of the chemistry area, concluding in the need for the dissemination of consensus that would allow the communication gap between teachers and students to be reduced.

Keywords. definitions, educational problems, chemistry teaching.

FUNDAMENTACIÓN

En este trabajo se presenta una revisión bibliográfica sistematizada sobre el eje Lenguaje químico (LQ), temática seleccionada en función de su impacto en la enseñanza y el aprendizaje de la química. En el artículo se analizan las publicaciones en distintas ediciones de la revista *Educación en la Química* (en adelante EDENLAQ) desde el año 2001 al año 2019, partiendo de interrogantes como el tipo de lenguaje en el que se centran las publicaciones, la identificación de problemas educativos planteados en los artículos, las metodologías se utilizaron para intentar resolverlos y las tendencias en educación se plantean. Esta revisión se desprende de la propuesta de análisis de las publicaciones en la revista EDENLAQ dada su



especificidad en el campo de la enseñanza de la química en Argentina (Ciriaco, Jones y Pereyra, 2020).

El estudio de un objeto de la realidad, concreto o abstracto, implica apoderarnos del mismo y para lograrlo hablamos de él. En ese hablar surgen los lenguajes específicos de cada rama de la ciencia que cumplirán con la comunicabilidad y transmisibilidad de ese conocimiento. El lenguaje químico ayuda a construir modelos científicos y al ir construyendo esos modelos se complejiza el lenguaje necesario para describirlos, este lenguaje es específico, formal, obliga al manejo conceptos, convenciones, códigos y formatos propios (Márquez Bargalló, 2005), creando un conjunto de significados que permiten la comunicación entre expertos (Cabrera Castillo, 2017) y, apropiado por los docentes, es la vía de comunicación en los procesos de enseñanza aprendizaje constituyendo dentro de las aulas la interfaz entre los docentes y los estudiantes (Galagovsky, Bekerman, Di Giacomo y Alí, 2014). El conocimiento científico está plagado de extraños símbolos y conceptos que refieren a sus orígenes, a la observación de un fenómeno, las ideas que de esa observación surgieron y la terminología que se conformó para explicarlo (Montagut Bosque, 2010). Reconocemos dentro del lenguaje específico términos o palabras del lenguaje cotidiano que ingresan al ámbito discursivo de la química adquiriendo nuevos significados y/o sentidos (Markic y Childs, 2016), condicionando el uso de los mismos y en muchos casos generando un distanciamiento grande entre el origen cotidiano de la palabra y su aplicación en el ámbito científico en general y químico en particular.

Tanto los conceptos como los fenómenos involucrados en el estudio de la química requieren de ideas específicas para su comprensión que incluyen diferentes niveles de representación de las mismas. Es necesario entonces, reconocer al Triplete de Johnstone como marco teórico referencial para la investigación didáctica, que evidencia las diferentes formas de comunicación disciplinar para las ciencias naturales presentando niveles de representación diferenciados: lo macroscópico, lo submicroscópico y lo simbólico (Johnstone, 2000) con propiedades emergentes que surgen al pasar de un nivel a otro en múltiples escalas y dimensiones (Talanquer, 2010). Estos niveles de representación se comportan como herramientas de construcción y comunicación del conocimiento, pero, además, presenta cada uno de ellos diferentes niveles de complejidad que requieren para su interpretación de aprendizajes previos de tipo lingüísticos, semánticos, representacionales y operativos (Montagut Bosque, 2010). Caamaño (2014) propone un ajuste sobre el triplete de Johnstone con un nivel intermedio que representa lo multiatómico y multimolecular y clasifica el lenguaje como representacional dividiéndolo en verbal, simbólico, formal o matemático, gráfico, de modelos materiales y simulaciones. Es también característica del lenguaje químico la polisemia, la sinonimia y la utilización de diferentes lenguajes por el profesorado de forma alternativa y simultánea según la necesidad del contexto generando confusión entre el alumnado al no compartir los significados implícitos en el discurso (Galagovsky y col , 2014).

Otro frente en el estudio de la problemática del lenguaje en ciencias son las dificultades de discriminación entre el uso del lenguaje común o cotidiano y

el lenguaje científico. En este sentido Márquez Bargalló (2005) analiza dentro del lenguaje científico los patrones temáticos anclados en el contenido y los patrones estructurales que diagraman la organización del discurso. Estas características se trasladan a los libros de textos académicos y escolares con relaciones semánticas de tipo fenomenológico o teórico, y los conceptos: comunes, científicos o químicos (Marzábal, 2014). En la interpretación de la terminología Cabrera Castillo (2017) reconoce los términos comunes con significado especial para la química y los términos especializados y clasifica niveles que refieren al uso de símbolos, vocabulario profesional, discusión de leyes o teorías y del campo de la filosofía respectivamente. En este sentido, Markic y Childs (2016) estudiaron el lenguaje en y de las clases de química, identificando diferencias entre el lenguaje químico docente y el lenguaje químico científico y describen lo verbal, no verbal y lo dimensional. La nomenclatura y la simbología entendida como recursos para representar los objetos de la ciencia (Lorenzo, 2008), necesitaron también de consensos para su desarrollo y su estudio motivó muchos trabajos de investigación en educación durante décadas y hasta la actualidad, donde el lenguaje simbólico es estudiado desde la semiótica, evidenciando la diversidad de usos y multiplicidad de significados reconociendo que los estudiantes desconocen las convenciones y el traslado de los conceptos simbólicos a la concepción del nivel submicro de la materia (Liu y Taber, 2016).

Como se puede percibir el estudio del lenguaje químico es sumamente complejo y diverso, permite muchas maneras de aproximación y resulta un eje de estudio permanente entre la comunidad de científicos, didactas y profesores. Debido a los cambios producidos en los campos universitarios tanto en la heterogeneidad del alumnado como en los objetivos al iniciar los estudios superiores definiendo el tipo de carrera que se seguirá, muchos profesores se inclinaron a la investigación en didáctica para plantear una formación más integral que se ajuste al nuevo escenario (Zabalza, 2005; Lorenzo, 2018). Docentes de este nivel, reconocidos sujetos que producen conocimiento como resultado de sus intervenciones sobre los contenidos y las metodologías de enseñanza hacen público ese conocimiento en diversos formatos de divulgación, por este motivo es que resulta interesante conocer lo escrito en la revista EDENLAQ sobre este tópico, presentando una revisión que lleva entonces a la identificación de obstáculos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje centrados en la comunicación específica del área de química, sus propuestas de trabajo, la forma de aproximación a la comunicación efectiva entre docentes y estudiantes a fin de disminuir las dificultades de comprensión de los conceptos prioritarios (Codina, 2020).

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistematizada descriptiva que integra técnicas de análisis de contenido con enfoque cualitativo, según criterios de inclusión/exclusión definidos por la autora -explicitados en la Tabla 1- posterior separación en unidades de análisis y denominación en categorías emergentes durante la lectura de los artículos. Las categorías se denominaron: Definiciones, Lenguajes, Textos académicos y Habilidades

lingüísticas. Sobre una muestra de 365 artículos totales publicados en EDENLAQ durante el periodo señalado, 27 de ellos se incluyeron en la revisión de este eje y pueden observarse en el Anexo 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se incluyeron 27 artículos para ser analizados dentro del eje LQ. La mayor parte de estas publicaciones, 11 de ellas, se encontraron dentro de la sección denominada Para Reflexionar de la revista EDENLAQ, mostrando que el análisis de la problemática se enmarca en la descripción de investigaciones y sus resultados, seguido en cantidad por 7 artículos publicados en la sección De Interés, cuyo contenido puede resultar enriquecedor en diferentes aspectos de la tarea docente, incluyendo revisiones y/o reflexiones teóricas.

Tabla 1: Criterios de inclusión/exclusión de artículos para el eje LQ

Eje de trabajo	Primera etapa (de selección)	Segunda etapa (de análisis)
Lenguaje químico (LQ)	<p>Mención de terminología que haga referencia a lenguaje científico, habilidades lingüísticas o similares.</p> <p>Mención de definiciones, simbología o terminología específica tomada como herramienta de comunicación.</p>	<p>1-Análisis de los diferentes lenguajes utilizados en los procesos de enseñanza aprendizaje: verbal, gráfico, matemático y/o de fórmulas.</p> <p>2-Reglas particulares de los símbolos específicos en su uso operacional y/o para nombrar sustancias; el uso del vocabulario específico en la comunicación general o como parte de leyes, modelos o teorías químicas.</p> <p>3-Identificación de dificultades en la enseñanza o aprendizaje de los contenidos disciplinares referidos a dificultades en la comprensión del lenguaje científico general o químico particular y sus propuestas superadoras.</p>

En relación a las metodologías empleadas en los trabajos se observó que 5 artículos la explicitan como investigación o indagación y 9 de ellos se enmarcan como análisis de textos o documentos. Todos los artículos de investigación de la revisión presentan un enfoque cualitativo o mixto aunque sólo tres de ellos lo expresan en el escrito. La referencia a la metodología utilizada en los trabajos publicados se comenzó a explicitar en el año 2005, indicando quizás, algún movimiento en la gestión editorial que refiera a las formas de la comunicación a publicar, en este sentido, también se advirtió que las palabras clave en los artículos comienzan a utilizarse para este eje en el año 2007.

Seguidamente se analizó el nivel educativo que se referenció en las publicaciones y se contabilizó un número de 17 dedicadas al nivel universitario, evidenciando que los autores de la revista se desempeñan o tienen su foco de interés en la práctica dentro de ese nivel educativo. Esta proporción permite pensar en la posibilidad de aplicación/extensión de los conocimientos o aproximaciones conceptuales desde el nivel superior hacia otros niveles, como la importancia de mantener una constante y actualizada articulación universidad - secundaria, la proyección de capacitaciones, próximas investigaciones o aplicaciones de aula.

Del análisis de los diferentes lenguajes utilizados se observó que en los 27 artículos el interés predominó en el lenguaje verbal, tanto escrito como oral, 4 de ellos abordan, además, el lenguaje simbólico, 4 el lenguaje gráfico y 2 el matemático.

Se identificó que los primeros trabajos -a partir del año 2002 ya que no hay publicaciones que quedarán incluidas en el eje- se centran en la discusión de definiciones y terminología, su conceptualización y unificación. Los problemas y posibles soluciones planteadas en los mismos hacen referencia a la necesidad de mantener una rigurosa vigilancia en el uso del vocabulario por parte del colectivo docente con el fin de evitar confusiones y desviaciones en el uso de los términos específicos de nuestro campo de estudio.

Más adelante, en 2005, aparecen trabajos que observan las distancias y obstáculos entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje científico, a partir de 2008 se publicaron diferentes artículos alrededor del análisis de textos académicos tanto de nivel medio como de nivel superior y, en 2011 surge el interés por las habilidades argumentativas y de explicaciones científicas. En estos trabajos se reflejó el interés particular en indagar, reflexionar y discutir los enfoques por competencias y en particular las cognitivolingüísticas (explicar, justificar, argumentar) concebidas como base de la formación del pensamiento crítico y evidenciar las dificultades que pueden surgir en la lectura del material académico, mostrando puntos de encuentro con los trabajos referidos en el párrafo anterior con respecto a la importancia de delimitar y definir conceptos, niveles de representación y contextualización del lenguaje.

Por último, en 2012 y 2015 se publican dos trabajos que ponen énfasis en el lenguaje simbólico y representaciones. Estos trabajos podrían resultar emergentes de una nueva etapa de investigación en el lenguaje multimedial donde lo gráfico cobra una nueva relevancia.

Cada una de las categorías se analizaron en función a los problemas educativos que se plantearon para el estudio y las posibles soluciones que los y las autoras proponen para achicar la brecha comunicacional entre docentes y estudiantes. Las categorías, cantidad de artículos, su temporalidad, problemas y soluciones planteadas se exponen en la Tabla 2.

No se ha realizado en este trabajo la identificación de los posibles trabajos o líneas de investigación de las cuales derivaron las categorías referenciadas. Este estudio podría plantearse en futuras revisiones o en la ampliación de este trabajo.

CONCLUSIONES

La interfaz comunicacional entre docentes y estudiantes se debe dar en los lenguajes adecuados a cada contexto para dar los procesos de enseñanza y de aprendizaje eficaz. Los obstáculos observados en la comunicación áulica refieren, en su mayoría, a las distancias entre lo que entiende el docente y lo que entiende el estudiante frente a la misma definición o simbología, los estudios en este eje podrían generar consensos en la comunidad del profesorado que permitan ajustar esta diferencia. Los y las autores y

autoras de los trabajos analizados en esta revisión coinciden en la importancia de mantener una mirada atenta a todos los aspectos comunicacionales y en especial a aquellos aspectos lingüísticos específicos en los que se reconocen obstáculos conceptuales o que generan confusión dialéctica. La divulgación de dichos consensos y el trabajo en equipo entre niveles educativos dará lugar al ambiente adecuado para motivar la apropiación del lenguaje químico específico que lleve a una comprensión más acabada del campo de estudio bajando los niveles de percepción de dificultad que tienen históricamente las ciencias químicas.

Tabla 2: Categorías de análisis, cantidad de artículos, problemas y soluciones planteadas.

Categorías y temporalidad	Problemas Planteados	Posibles Soluciones
Definiciones 12 art. (del 2002 al 2014)	Contradicciones. Confusión. Comprensión de significados. Rigurosidad y diversidad. Polisemia.	Aprender a definir. Unificar. Destacar relaciones conceptuales. Diferenciar y explicitar significados. Ejercitar.
Lenguajes 6 art. (del 2005 al 2015)	Distancia entre lenguajes y niveles de representación. Resistencia al lenguaje científico/técnico.	Establecer relaciones entre niveles de representación. Contextualizar. Revisar la práctica del lenguaje. Estructurar las explicaciones. Presentar actividades en múltiples lenguajes. Incorporar alfabetización visual.
Textos académicos 6 art. (del 2008 al 2019)	Dificultades en la lectura y/o comprensión. Incoherencia entre textos y/o discursos docentes. Lenguaje altamente simbólico.	Establecer relaciones entre niveles. Lectura reflexiva. Colaboración docente en la lectura. Vigilancia epistemológica.
Habilidades lingüísticas 3 art. (del 2011 al 2014)	Elaboración de textos. Ausencia de estrategias. Dificultades de expresión y/u organización de ideas. Calidad de la argumentación. Bajo aprendizaje significativo.	Comprender las deficiencias. Construir significados. Trabajar en equipo. Enseñar en modos específicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caamaño, A. (2014). La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. *Alambique. Didáctica de las*

- Cabrera Castillo, H. G. (2017). Caracterización del lenguaje químico asociado a la combustión en profesores en formación inicial de ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias. N. Extraordinario*. 2473- 2478. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/336872/427699>
- Ciriaco, A., Jones, N. y Pereyra, V. (2020). Revisión bibliográfica sistematizada: las publicaciones sobre la enseñanza de la química en Argentina. *Educación en la química*, 26(2), 139-152. <http://educacionenquimica.com.ar/ojs/index.php/edenlaq/issue/view/64/1>
- Codina, L. (2020). Cómo hacer revisiones bibliográficas tradicionales o sistemáticas utilizando bases de datos académicas. *Revista ORL* 11(2), 139-153. <https://doi.org/10.14201/orl.22977>
- Galagovsky, L., Bekerman, D., Di Giacomo, M .A., Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre "hablar química" y "comprender química". *Ciencia e Educacao. Bauru*, 20(4), 785-799. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000400002>
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry - Logical or psychological? *Chemistry education: Research and practice in Europe*, 1(1), 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>
- Liu, Y. y Taber, K. (2016). Analysing symbolic expressions in secondary school chemistry: Their functions and implications for pedagogy. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 439-451. <https://doi.org/10.1039/c6rp00013d>
- Lorenzo, M. G. (2008). Destilación fraccionada de ideas condensadas. Una invitación al debate sobre la naturaleza de la química. *Educación en la Química*, 14(1), 17-24.
- Lorenzo, M.G. (2018). Los contenidos de ciencias naturales en la enseñanza universitaria: especificidad, abstracción y orientación profesional. *Aula Universitaria*, 19. <https://doi.org/10.14409/au.v0i19.6709>
- Markic, S. y Childs, P. (2016). Language and the teaching and learning of chemistry. *Chemistry Education Research and practice*, 17, 434-438. <https://doi.org/10.1039/C6RP90006B>
- Márquez Bargalló, C. (2005). Aprender ciencias a través del lenguaje. *Revista Educar*, 33, 27-38.
- Marzábal, A. (2014). La comprensibilidad del discurso químico de los textos escolares de ciencias. En C. Merino, M. Arellano y A. Adúriz Bravo, (Ed.), *Avances en Didáctica de la Química: Modelos y lenguajes*. (143-166). Valparaíso: Ediciones Universitarias.
- Montagut Bosque, P. (2010). Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios. *Educación química*, 21(2), 126-138. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30162-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30162-9)

- Talanquer, V. (2010). Construyendo puentes conceptuales entre las varias escalas y dimensiones de los modelos químicos. *Educación química*, 5, 11-18. <https://doi.org/10.2436/20.2003.02.35>
- Zabalza, M.A. (2005). Competencias docentes. *Conferencia pronunciada en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, el 9 de febrero de 2005.* <https://universitologia.files.wordpress.com/2011/02/competencias-del-docente-miguel-angel-zabalza.pdf>

Anexo I

Selección de artículos para la revisión discriminados por Año, Volumen:(número) páginas, sección de publicación.

Año	Volumen (número), páginas	Eje	Sección de publicación
2002	8 (1), 16-21	Definiciones	De Interés
2002	8(2), 19-23	Definiciones	De Interés
2003	9(2),24-29	Definiciones	De Interés
2004	10(1),27-32	Definiciones	Ideas para el Aula
2005	11(1),19-24	Lenguajes	Para Reflexionar
2005	11(1),26-32	Definiciones	Para Reflexionar
2005	11(2),10-20	Definiciones	Para Reflexionar
2006	12(1),30-32	Definiciones	De Interés
2007	13(1),50-55	Lenguajes	De Interés
2008	14(1), 3-13	Definiciones	Para Reflexionar
2008	14(1),36-40	Textos	De Interés
2008	14(2),3-13	Definiciones	Para Reflexionar
2009	15(2),114-125	Textos	Para Reflexionar
2010	16(1),3-8	Textos	Para Reflexionar
2011	17(1),15-22	Definiciones	Para Reflexionar
2011	17(1),50-56	Habilidades	De Interés
Extra 2012	41-48	Textos	No corresponde
Extra 2012	165-168	Lenguajes	No corresponde
Extra 2012	256-259	Definiciones	No corresponde
Extra 2012	288-293	Habilidades	No corresponde
Extra 2012	306-309	Lenguajes	No corresponde
2013	19(2),110-119	Textos	Para Reflexionar
2014	20(2),94-118	Definiciones	Para Profundizar
2014	20(2),119-128	Habilidades	Para Reflexionar
2015	21(1),19-31	Lenguajes	Para Reflexionar
2015	21(2),128-135	Lenguajes	Conociendo la comunidad...
2019	25(1),49-62	Textos	Ideas para el Aula

Innovación para la Enseñanza de la Química

FORMAR PROFESORES DE QUÍMICA EN ÉPOCAS DE AISLAMIENTO SOCIAL PREVENTIVO OBLIGATORIO: UNA EXPERIENCIA DEL DESARROLLO DE LA RESIDENCIA

Cristina Iturralde, Ana Fuhr Stoessel, Fiorella Lurbet, Adriana Bertelle

Departamento de Formación Docente. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

E-mail: abertell@fio.unicen.edu.ar

Recibido: 06/03/2021. Aceptado: 02/06/2021.

Resumen. La residencia es un espacio que integra todos los aspectos de la formación del profesor que se trabajan en el marco de la carrera de Profesorado en Química, de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA. Se ubica en el último cuatrimestre de la carrera, momento en el cual, los proyectos áulicos que cada estudiante ha venido elaborando en diferentes asignaturas de la formación, se llevan al aula en instituciones educativas de nivel secundario (de gestión públicas y privadas) y superior (universitario y no universitario). En este trabajo se describe la experiencia, desarrollada durante el año 2020, en aulas no presenciales, debido al aislamiento preventivo social y obligatorio al que nos vimos afectados todos/as los/las docentes del país.

Palabras clave. formación docente, formación práctica, profesor de química, reflexión de la práctica.

Training chemistry teachers in times of mandatory preventive social isolation: an experience of residence development

Abstract. The residency is a space that integrates all aspects of teacher training that are worked on within the framework of the Chemistry Teacher career at the UNCPBA Faculty of Engineering. It is located in the last semester of the career, at which time, the classroom projects that each student has been developing in different training subjects, are taken to the classroom in secondary level educational institutions (public and private management) and higher (university and non-university). This work describes the experience, developed during 2020, in non-face-to-face classrooms, due to the compulsory social preventive isolation to which all teachers in the country were affected.

Keywords. teacher training, practical training, chemistry teacher, reflection of practice.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se describe una experiencia de formación desarrollada en el marco de la carrera de Profesorado en Química, de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA, en épocas de aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO) al que nos vimos afectados todas/os los/las docentes del país. La carrera mencionada tiene una duración de cuatro años y se encuentra adscripta al Departamento de Formación Docente de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA y surge asociada a la estructura curricular de las carreras de Ingeniería. Esto ha implicado diseñar una alternativa curricular



en la que existen espacios en los que se trabaja intensamente en la reestructuración del conocimiento químico aprendido en la formación disciplinar, de modo tal que resulte un conocimiento útil y significativo para una práctica docente de calidad basada en la integración del conocimiento académico de la ciencia (Química) con el conocimiento pedagógico didáctico específico, a través de la reflexión epistemológica y metodológica acerca de lo que el estudiante, futuro docente de química, sabe y cómo lo sabe.

En la formación de profesores en Química se apunta a la integración de una estructura coherente de conocimiento académico proveniente de diversas fuentes y etapas que aporten conocimiento didáctico, psicológico, epistemológico y de las ciencias naturales y exactas (Rocha y otros, 2013).

En la formación brindada por la carrera de Profesorado en Química de la UNCPBA pueden diferenciarse dos ejes en los que se distribuyen los espacios de formación:

- De la formación disciplinar específica: integrada por asignaturas y seminarios que aportan a:
 - Formación específica en Química: asignaturas de contenido químico.
 - Formación básica y complementaria: asignaturas relacionadas con Matemática, Física, Biología, Geología.
- De la formación docente: espacios en los que se abordan temáticas vinculadas a la Psicología y la Sociología de la educación, la Epistemología. Muy vinculados con este eje están Didáctica General, las Didácticas específicas, la Residencia, el Seminario de Proyecto de Carrera y el Seminario de Práctica.

Todos estos son espacios integradores de las dos formaciones: la específica de la disciplina y la docente, que se distribuyen ya desde el inicio de la carrera (Bertelle, Castro, García y Rocha, 2005).

La formación práctica vinculada con el quehacer docente que se desarrolla actualmente, se inicia en los primeros años de la carrera, mediante actividades tales como observaciones de clase y algunas intervenciones en aulas, trabajo como colaboradores y como responsables de talleres de ciencias de un proyecto de educación no formal (Rocha y Bertelle, 2006), auxiliares de docencia en asignaturas de la universidad, becarios en grupos de investigación. Hacia el final de la carrera, todo lo anterior se complementa con las actividades de práctica docente y de reflexión que se llevan a cabo en la residencia. Todas estas acciones de formación están coordinadas por docentes del eje de la formación docente.

Ante la emergencia de la pandemia, la inquietud que surgió en los docentes responsables de los espacios de práctica, fue qué hacer con dichos espacios. La aparición de esta inquietud permitió abrir algunas ideas o propuestas relacionadas que van más allá de la situación de la educación remota (Dussel, 2020) y es lo que se presenta en este trabajo.

EL ESPACIO RESIDENCIA

La residencia integra todos los aspectos de la formación del profesor que se han venido trabajando en la carrera de grado. Se ubica en el último cuatrimestre, momento en el cual, los proyectos áulicos que cada estudiante ha venido elaborando en Didáctica de la Química y en Seminario de Práctica y se llevan al aula en diferentes instituciones educativas (nivel secundario y superior).

Entendemos que durante la formación inicial el futuro docente integra conocimientos profesionales en dos tipos de saberes diferenciados, aunque estrechamente relacionados entre sí, y que constituyen la componente estática y la componente dinámica del conocimiento profesional (Mellado; 1996). La componente dinámica se desarrolla a partir de la reestructuración de los conocimientos y percepciones que se generan y evolucionan a partir de la reflexión personal sobre la enseñanza y el aprendizaje y en la práctica de la enseñanza en contextos escolares concretos y en ámbitos formales y no formales.

En el espacio de residencia se profundiza el inicio del desarrollo de esa componente dinámica del conocimiento profesional docente, que seguirá conformándose e integrándose con los demás saberes en el camino de la formación continua.

Cada residente desarrolla un proyecto en el nivel de educación secundario y otro en el superior (universitario o no universitario) en instituciones de gestión estatal o privadas

Posteriormente el residente reflexiona elaborando el diario de reflexión (Anijovich, Cappelletti, Mora y Sabelli, 2007), compartiendo con quiénes fueron a observarlo/a y recibe la devolución de la intervención, que consiste en indicar fortalezas y debilidades que se presentan en el desarrollo de las prácticas pedagógicas en situación de aula. En este sentido, se comprende el proceso de formación docente como un trayecto donde se articulan prácticas de enseñanza y aprendizaje sustentadas en la organización e implementación de dos principios fundamentales: la práctica reflexiva y la implicación crítica (Perrenoud, 2001). La práctica reflexiva supone revisar las propias experiencias para favorecer la construcción de nuevos saberes, fomentando la capacidad de innovar, negociar y regular las prácticas de enseñanza desde una visión crítica y contextualizada que entienda a la educación situada en la sociedad del conocimiento, en el marco de la globalización y avances tecnológicos.

Ante la situación de ASPO, el equipo docente responsable de residencia, decidió la intervención de las residentes en aulas no presenciales. Siendo conscientes que ello implicaría rescindir ciertos aprendizajes, que solo se ponen en evidencia en situaciones de enseñanza y aprendizaje presenciales, pero sabiendo también que se podrían potenciar otros, relacionados con la enseñanza en contextos no presenciales, bajo la modalidad virtual, que aportan a la reflexión y construcción de un conocimiento profesional docente deseable. En este sentido se considera lo digital como un contenido, que atraviesa las formas de producir y transmitir conocimientos en esta época (Dussel, 2020)

Ello implicó formar y reflexionar sobre otros saberes y conocimientos no desarrollados hasta el momento en la carrera, debido a que la misma tiene como objetivo la formación profesional docente para la modalidad presencial.

Uno de estos saberes fue el rol del tutor (Silva Quiroz, 2010) dado la relevancia que en una propuesta de enseñanza no presencial tiene ese rol, siendo el encargado de establecer y mantener canales de comunicación efectivos entre los participantes en la clase. Es quien orienta y puede hacer de mediador entre los estudiantes y el docente responsable. Las intervenciones tutoriales aportan al desarrollo de capacidades tales como: identificar las interacciones (estudiantes-estudiantes, estudiantes-docente; estudiantes-recursos) que se dan en una clase, registrar las consultas y entregas de los estudiantes, facilitar el vínculo entre docente responsable y estudiantes, responder consultas o hacer de mediador con el docente responsable frente a una consulta. Se buscó aportar a reflexionar sobre la importancia que brinda un trabajo en equipo, colaborativo y colectivo, (Maggio2021) tan necesario en contextos no presenciales.

Otro de los saberes que se incorporó, y que por lo tanto se planificó su enseñanza, fue la elaboración de una guía didáctica, entendida ésta como un medio que posibilita el desarrollo de la clase, que sirve al estudiante como una hoja de ruta, como soporte y orientación del proceso de construcción de conocimiento. El uso de la guía didáctica, posibilita compartir información y guiar el aprendizaje el cual se puede complementar con intervenciones sincrónicas y asincrónicas, utilizando las herramientas comunicacionales disponibles (Rocha, Fuhr Stoessel e Iturralde, 2020). Como documento escrito, se recomienda que contenga una estructura que facilite su lectura. La misma debería contener al menos: un título que invite a leerla y aporte a la motivación. Orientaciones, esto es, la información necesaria para situar al estudiante en el tema a estudiar en relación con el resto de la asignatura/curso, con otros temas, asignaturas, perfil profesional, etc. Puede presentar un esquema de los principales contenidos que se abordarán, los objetivos de aprendizaje, interrogantes que activen las ideas de los estudiantes sobre la temática, el conjunto de actividades y las fuentes de información requeridas para resolverlas y la información referida a la evaluación de cada actividad, entre otros aspectos.

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA EN EL PERÍODO DE ASPO

En el primer cuatrimestre del año 2020, cuatro estudiantes comenzaban a cursar el espacio residencia. Tres de ellas, en años anteriores habían desarrollado un primer proyecto didáctico en aulas presenciales.

El desarrollo de la asignatura se realizó a través de un aula virtual en Plataforma institucional y mediante encuentros sincrónicos con plataformas que permitiesen los mismos.

Se realizaron las siguientes actividades:

- *Entrevista con docentes responsables de los cursos*, se buscó a través de este recurso, que las residentes conozcan sobre aspectos relacionados con la temática que desarrollarían en las intervenciones tales como,

contenidos seleccionados por el docente, recursos utilizados, tiempo destinado al desarrollo de la misma, características generales del grupo de estudiantes en los que se realizarían las intervenciones, medios tecnológicos a través de los cuales los docentes responsables de los cursos desarrollaban las clases, dificultades detectadas, entre otros aspectos.

- *Desarrollo de intervenciones en aulas no presenciales:* se desarrolló a través de:

1) Tutorías al grupo de estudiante, lo que les permitió a las residentes observar al grupo de estudiantes, conocer las características del mismo y trabajar en equipo con el docente responsable colaborando con diversas actividades relacionadas con la comunicación, seguimiento y acompañamiento pedagógico.

2) Planificación de una propuesta de enseñanza: Se trabajó individualmente con cada residente en la orientación y reflexión sobre la adecuación de las propuestas al contexto no presencial. Las actividades implicadas fueron:

- Planificar una propuesta de enseñanza, teniendo en cuenta las observaciones realizadas en la fase tutorial y la entrevista con el/la docente responsable del curso.

- Elaborar materiales aplicando criterios para seleccionar estrategias y recursos didácticos y tecnológicos (Rocha, Fuhr Stoessel, Iturralde, 2020), en relación con los contenidos y con el contexto. Considerando favorecer recorridos diferentes en el proceso de aprendizaje de cada estudiante en función de intereses, estilos y posibilidades de acceso a la información entre otros (Area Moreira, y otros, 2008; Maggio, 2021).

- Diseñar el formato de materiales y espacios virtuales.

- Implementar (sincrónica y/o asincrónicamente) la propuesta de enseñanza elaborada. Se trabajó con cada residente en la planificación de la clase según el tiempo disponible. En cómo elaborar las explicaciones y seleccionar los recursos acordes a la misma, teniendo en cuenta el medio tecnológico desde el cual se desarrollaría cada exposición. Se orientó para que puedan seleccionar las estrategias posibles de utilizar adecuadas al nivel y perfil de los estudiantes, que permitieran favorecer la participación y la escucha de las inquietudes. También se guio para que utilicen el chat, atendiendo a las consultas, preguntas, dudas escritas por los estudiantes. Se intercambiaron ideas, acerca de la forma de orientar en la resolución de las actividades propuestas.

- Planificar instancias de evaluación del aprendizaje, que permitieron orientar y coordinar los procesos pedagógicos, en forma individual y grupal.

- Elaborar el diario de reflexión. Se compartió en el espacio de Residencia con los pares y docentes responsables de la asignatura permitiendo reflexionar sobre las situaciones surgidas en el desarrollo de cada intervención, favoreciendo la construcción de nuevos saberes relacionados con la cada práctica.

Las cuatro intervenciones desarrolladas en las aulas no presenciales fueron adecuadas a cada grupo de estudiantes. Se detalla a continuación la participación de cada residente.

A: intervino en la asignatura Química Biológica. Carrera de Profesorado en Química. FIO- UNCPBA y desarrolló el tema metabolismo.

B: desarrolló sus intervenciones en 2 do. Año Físicoquímica; Ciclo Básico, en una Escuela de Educación Secundaria, de gestión pública, en la representación y utilización del modelo cinético molecular para explicar los estados de agregación de la materia.

C: intervino en la asignatura Integración Areal 2, 2do. Año de las Carreras de Profesorado de Biología y Profesorado de Física de un Instituto de Formación Docente. Trabajó con la temática: conocimiento científico al servicio de la comunidad, mediante la cual se interpretaron y analizaron situaciones problemáticas de la vida cotidiana desde el fundamento científico en relación a la teoría ácido base de Arrhenius y la escala de pH.

D: desarrolló su intervención en la asignatura Físicoquímica, 2 do. año, ciclo básico educación secundaria, en un Colegio de gestión privada, mediante el tema: la Química en la vida cotidiana: "El agua como recurso imprescindible para la vida". A partir de éste se abordó la naturaleza corpuscular de la materia, abarcando el contenido estados de la materia.

Las guías elaboradas presentaron diferentes tipos de actividades tales como, elaboración de explicaciones utilizando modelos científicos, resolución de situaciones problemáticas, elaboración de mapas conceptuales, utilización de datos experimentales. Involucraron diversos recursos tales como simulaciones, videos, imágenes, textos. Algunas de esas actividades se desarrollaron de manera sincrónicas y otras asincrónicas. Cada guía fue diferente y presentó la impronta de cada una de las autoras.

En las clases por videoconferencia, las cuatro residentes trataron de explicar y ampliar conocimientos presentados en las guías didácticas, mostrando buena disposición para responder preguntas realizadas por los estudiantes, que se fueron presentando algunas a través de chat y otras de manera oral. Utilizaron como recursos presentaciones en power-point y simulaciones.

En cuanto a la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes se trabajó en la reflexión de una evaluación de tipo formativa, continua (Anijovich y Cappelletti, 2018 y Sanmartí, 2007) y cualitativa la cual presentó consonancia con las normativas emanadas a nivel ministerial y jurisdiccional. En relación con esto cada residente elaboró un informe que entregaron a cada docente responsable de curso, donde plasmaron el seguimiento registrado en las diversas actividades que implementaron, tanto de manera sincrónica como asincrónica.

La actividad experimental en ASPO

Se reflexionó sobre qué aspectos de la actividad experimental se podrían trabajar en este período, entendiéndose la actividad experimental como una amalgama de acciones típicas de las prácticas científicas, que tienen como meta producir y profundizar un conjunto de vínculos entre los modelos que sustentan los cuerpos teóricos y la realidad (eventos, objetos) que intentan describir y explicar (Tenaglia y otros; 2011). A partir de esta reflexión las propuestas que se llevaron al aula potenciaron el análisis de datos

experimentales, el uso de modelos para interpretar y explicar situaciones, utilizando en algunos casos simulaciones. Las cuales favorecieron la visualización dinámica y concreta de los modelos científicos, promoviendo que los estudiantes conecten más efectivamente entre sí las representaciones macroscópicas, simbólicas y microscópicas de los fenómenos químicos, ayudando a superar la imagen estática y en dos dimensiones que brindan los modelos representados en papel (Raviolo, 2010). También se trabajó en la elaboración de informes aportando al desarrollo de destrezas de comunicación (De Pro Bueno, 2013).

Evaluación del espacio

La evaluación de los aprendizajes en el espacio residencia, en este período de ASPO, fue realizándose de manera continua, compartiendo al inicio de la cursada los criterios de evaluación, a través del registro de las diferentes actividades utilizando criterios tales como: participación activa en los seminarios de discusión en el aula virtual y en los encuentros por videoconferencia, elaboración de los diarios de reflexión posteriores a cada desarrollo en aula no presenciales e informes de los roles de tutores. Para el desarrollo de intervenciones en aulas no presenciales se utilizaron indicadores para mirar las propuestas en relación con: los objetivos de aprendizaje propuestos acordes al nivel, perfil y características de los estudiantes. La selección y secuenciación de contenidos que permitan el logro de los objetivos propuestos. La selección de estrategias didácticas adecuadas a los contenidos, nivel y perfil de los estudiantes. El enunciado de criterios de evaluación, para realizar el seguimiento de los estudiantes durante el desarrollo de las diversas actividades. La adaptación y adecuación científica del contenido, al grupo de estudiantes y a la situación de aislamiento obligatoria. La relevancia del contenido y su relación con lo cotidiano. La utilización de un lenguaje científico adecuado, entre otros.

El equipo de docentes responsables del espacio de residencia, consideró que aquellas estudiantes que en el año anterior habían desarrollado una etapa de manera presencial satisfactoriamente y pudieron intervenir en las aulas no presenciales, cumpliendo con los criterios de evaluación establecidos, aprobaran el espacio. Para la estudiante que inició este año, se dejó la cursada abierta para poder completar una etapa de manera presencial, terminado el ASPO. Esta decisión se tomó considerando que hay conocimiento que implica la práctica docente, que no es posible desarrollarlos en aulas no presenciales tales como la gestión del aula presencial, el uso del pizarrón, de determinados recursos, de la voz, del papel, que organizan interacciones diferentes (Dussel, 2020).

CONSIDERACIONES FINALES E IMPLICACIONES

La formación para la práctica profesional es un aspecto central de la formación de profesionales docentes. Tal como expresa Litwin (2016), el oficio del docente, esa pura práctica, se ilumina difícilmente desde una sola disciplina y en ausencia del contexto en que se inscribe. En clave contemporánea, el sentido del oficio de enseñar en relación con el contexto actual de pandemia y la vida de quienes integran las prácticas educativas,

implica contextualizarlo en las actuales demandas, favoreciendo la transformación de los formatos escolares conocidos y la creación de nuevas estrategias de enseñanza en espacios virtuales.

Ello requiere, en gran medida, la formación para tomar decisiones en el terreno de la acción. Una parte importante del desarrollo del conocimiento profesional la constituye el desarrollo de la reflexión sobre la práctica, de la capacidad de pensar sobre lo que se está haciendo, mientras se hace; esto, de pensar en los resultados de la acción, en la acción misma y en el conocimiento implícito en la acción. Las cuatro residentes en la reflexión final del espacio, expresaron que aprendieron saberes diferentes, tales como habilidad para elaborar guías didácticas, con diferentes estrategias seleccionadas teniendo en cuenta el perfil de los estudiantes y el aislamiento obligatorio. También valorizaron el rol de tutor que les permitió un mayor acercamiento y conocimiento de los estudiantes comparado con las clases presenciales. Destacaron la importancia del trabajo colaborativo y colectivo entre profesores y pares.

Manifestaron que fue una experiencia única y reconocieron las diferencias en cuanto a los tiempos, tanto para la elaboración como para la implementación de las propuestas en aulas presenciales y no presenciales.

Otro de los aspectos que favorecieron el desarrollo de la residencia en este período de ASPO, fue la formación del equipo docente responsable del espacio, dos de ellas con una larga trayectoria y formación para desarrollar tareas docentes en carreras a distancia, aportando conocimiento relacionados con la elaboración de la guía didáctica y el rol del tutor.

Si bien, la presencialidad es irremplazable para el desarrollo de ciertas y capacidades y habilidades, se plantea la necesidad de continuar discutiendo y profundizando sobre la formación profesional de los futuros profesores, incorporando conocimiento del mundo digital, de las plataformas con las que interactuamos (Dussel, 2020), en síntesis, se debería incorporar en el abordaje de diferentes asignaturas de la carrera, saberes asociados a la enseñanza no presencial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo manifiestan un especial agradecimiento a inspectores, directivos, docentes y estudiantes de cada una de las instituciones, que permitieron con total disposición el ingreso a las aulas no presenciales. Los docentes y estudiantes apoyaron y fueron parte de este gran desafío.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anijovich, R y Cappelletti, G. (2018). *La evaluación como oportunidad*. Buenos Aires: Editorial Grao.
- Anijovich, R; Cappelletti, G.; Mora, S.y Sabelli, M. J. (2007). Formar docentes reflexivos. Una experiencia en la Facultad de Derecho de la UBA. *Revista sobre enseñanza del Derecho*, 5(9). 235-249.

- Area Moreira, M., Gros Salvat, B. y Marzal García-Quismondo, M. (2008). *Alfabetizaciones y tecnologías de la información y la comunicación*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Bertelle A., Castro M., García S. y Rocha A. (2005). Aportes a la discusión acerca de la formación de docentes en ciencias. En J. Díaz de Bustamante y M. P. Jiménez Aleixandre (Eds.). *Perspectivas sobre el aprendizaje de las ciencias y de las matemáticas*. Universidad de Santiago de Compostela.
- De Pro Bueno, A. (2013). Enseñar procedimientos: por qué y para qué. *Revista Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 73.
- Dussel, I. (2020). La formación docente y los desafíos de la pandemia. *Revista Científica EFI*. 6(10); 11-25.
- Litwin, E. (2016). *El oficio de enseñar. Paidós*. Buenos Aires.
- Maggio, M. (2021). *Educación en pandemia*. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- Mellado Jiménez, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- Perrenoud, P. (2001). La formación de los docentes en el Siglo XXI. *Revista de Tecnología Educativa 2001*, 16(3), 503-523.
- Raviolo, A. (2010). Simulaciones en la enseñanza de la química. *Conferencia VI Jornadas Internacionales y IX Jornadas Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química*. Santa Fe: Ediciones UNL.
- Rocha A. y Bertelle A. (2006). Educación no formal para el aprendizaje de las Ciencias. La experiencia en el marco del Proyecto Difusión de la Ciencia en la Escuela. Actas XVII Encuentro Estado de la Investigación Educativa. Universidad Católica de Córdoba.
- 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 (Nº Extraordinario), 836-845.
- Rocha, A., Fuhr Stoessel, A. e Iturralde, C. (2020). *Pensar un curso para el aula Virtual*.
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Grao.
- Silva Quiroz, J. (2010). El rol del tutor en los entornos virtuales de aprendizaje. *Innovación Educativa*, 10 (52), 13-23.
- Tenaglia M., Bertelle A., Martínez J., Rocha A., Fernández M., Lucca G., Bustamante A., Dillon M. y Distéfano, M. (2011). Determinación y evaluación de competencias asociadas a la actividad experimental. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-14.

Innovación para la Enseñanza de la Química

PROPUESTAS METODOLÓGICAS EN VIRTUALIDAD SÚBITA: OFERTA Y RECEPCION POR PRUEBA Y ERROR

Daniela Alejandra Nichela^{1,2}, Juan Manuel Cabrera¹

1-Cátedra de Introducción a la Química (Tecnicatura Universitaria en Acuicultura) y Química Inorgánica y Orgánica (Profesorado en Ciencias Biológicas). Centro Regional Universitario Bariloche. UNComa. Bariloche, Río Negro Argentina.

2-Grupo de Estudio de Calidad de Aguas y Recursos Acuáticos, INIBIOMA, CCT- Patagonia Norte, CONICET.

E-mail: daniela.nichela@crub.uncoma.edu.ar

Recibido: 31/07/2020. Aceptado: 07/03/2020.

Resumen. En este trabajo se describen las diferentes estrategias propuestas a lo largo del cursado cuatrimestral en asignaturas de química universitaria de primer año, en el marco de la modalidad virtual impuesta por la pandemia de Covid-19. Se detallan las adecuaciones implementadas en los recursos para adaptar el dictado presencial a la modalidad virtual, así como las modificaciones en las estrategias utilizadas en función a la recepción observada en el estudiantado y sus resultados. Se buscó reflexionar sobre los aspectos que definen el éxito de estas estrategias, considerando el obligado proceso de adaptación a la vida universitaria que transitan todos los estudiantes de primer año, además de la modalidad virtual particular propuesta para el dictado 2020 y su dinámica. En este sentido, concluimos que la comunicación bilateral docente-estudiante y la apropiación del proceso de construcción del aprendizaje son factores críticos para propiciar un trayecto académico provechoso.

Palabras clave. modalidad, estrategias, recepción, comunicación.

Methodological approach to face sudden virtuality: Didactic tools offer and reception by trial and error

Abstract. This work describes the different strategies proposed during the first semester course in first-year university chemistry subjects in the context of the virtual modality imposed by Covid-19 pandemic. The adaptations implemented in order to modify the face-to-face dictation to the virtual modality are detailed, as well as the modifications in the strategies used depending on the reception observed in the student body and its results. The aim was to reflect on the aspects that define the success of these strategies considering the inevitable process of adaptation to university life that all first-year students go through, in addition to the virtual modality imposed for the 2020 course and its dynamics and implications. In this sense, we concluded that bilateral teacher-student communication and the appropriation of the learning construction process are critical factors in promoting a successful academic path.

Keywords. modality, strategies, reception, communication.

INTRODUCCIÓN/FUNDAMENTACIÓN

La inserción a la vida universitaria implica la resolución de cuestiones que van más allá de los desafíos meramente académicos. El ingresante debe



transitar por un proceso de construcción del “oficio de estudiante” que conlleva la definición de estrategias para lograr la adaptación progresiva a un universo desconocido que rompe con el esquema anterior. Cuando, a partir de este trabajo, el estudiante logra interpretar las reglas institucionales, decimos que ha logrado la afiliación (Coulon, 1995). Afiliarse consiste en apropiarse las características multidimensionales, tanto administrativas como cognitivas, del establecimiento universitario de inscripción, de forma que se propicia el paso hacia una concepción estratégica de la relación con los estudios (Malinowski, 2008). Este periodo de transición, en el que el sujeto que llega a la universidad experimenta cambios culturales, sociales, académicos, cognitivos e identitarios, se extiende hacia el primer año de estudios (Gluz, 2011; Pierella, 2018). En este sentido, Pierella (2018) enfatiza que el primer año de la universidad es un tramo crítico que define, en gran medida, la permanencia o no de los estudiantes en la institución. En este contexto, los profesores de primer año son actores centrales en el proceso de recepción de ingresantes (Pierella, 2018). El plantel docente del ciclo inicial, no sólo tiene la tarea de desarrollar los contenidos asociados a la asignatura correspondiente, sino que desempeña un rol esencial en el acompañamiento de articulación entre la educación media y la superior.

La búsqueda de estrategias para lograr una transmisión efectiva, entendiéndola desde una perspectiva de construcción reconociendo al otro y no como un proceso unilateral (Frigerio y Diker, 2004) es uno de los grandes desafíos de los profesores de primer año, si se considera que este proceso debe llevarse a cabo durante el mismo periodo en el que el ingresante está transitando el complejo camino hacia la afiliación. En este sentido es necesario considerar el empleo de recursos pensados para lograr una mayor llegada a los estudiantes, desde algunos tan simples como buscar analogías de los conceptos discutidos con situaciones de la vida real, hasta otros más sofisticados como el uso de realidad aumentada. La aplicabilidad de estas estrategias puede valorarse en base a distintos aspectos. Por un lado, desde el punto de vista de la actividad docente, se busca contar con un conocimiento y manejo suficiente de la misma, de manera que se pueda proyectar una planificación garantizando un desempeño probado sin incurrir en improvisaciones. Sin embargo, se espera contar con un nivel de flexibilidad que permita modificar las clases según las adecuaciones necesarias que vayan surgiendo sobre el dictado. Desde el punto de vista del estudiantado, se busca que la propuesta sea aprovechable y propicie las condiciones de aprendizaje (siendo este considerado como un proceso en el que el sujeto tiene un posicionamiento activo). En el contexto habitual de presencialidad, el desarrollo y propuestas de estrategias que se ajusten a estos requerimientos, implican un trabajo minucioso. En el contexto actual de virtualidad súbita obligatoria dada por la pandemia de Covid-19, y en el que la planificación y ejecución de las clases debieron realizarse casi simultáneamente, el desafío es aún mayor. El objetivo de este trabajo es describir las estrategias propuestas para la realización del cursado virtual durante el dictado de una química básica de primer año y analizar la recepción y respuesta de los estudiantes, en relación a los resultados. Se comparan los datos correspondientes a 2020

con los observados en cursados presenciales realizados en años anteriores. Buscamos reflexionar puntualmente sobre los factores que definen el éxito de las estrategias desarrolladas en este contexto.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para la realización del presente trabajo se consideraron las respuestas de los estudiantes ante las distintas estrategias planteadas durante el cursado virtual de las asignaturas Introducción a la Química (IQ) y Química Inorgánica y Orgánica (QIO), materias pertenecientes a primer año de Tecnicatura Universitaria en Acuicultura y Profesorado en Ciencias Biológicas, respectivamente, que se dictan en conjunto en el Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue (UNCo). Estas asignaturas tienen una carga presencial horaria de 12 horas semanales y se dictan en el primer cuatrimestre. Los parámetros considerados fueron la participación y empleo de los recursos ofrecidos, y el desempeño observado a lo largo de la cursada. Nuestra hipótesis es que el nivel de comunicación bidireccional estudiante-docente, es un factor de importancia clave en el aprovechamiento de recursos y la construcción de los conocimientos, sobre todo en estas asignaturas de gran volumen conceptual y ritmo intenso, que requieren un seguimiento permanente, en un momento crítico del proceso de afiliación. En cuanto a las evaluaciones de los ciclos lectivos 2017 a 2019, las mismas se basaron en dos o tres exámenes parciales presenciales de 3,5 horas de duración, en los que los estudiantes debieron resolver ejercicios *tipo* desarrollados en conjunto durante seminarios semanales de resolución, los informes de las cinco experiencias de laboratorio y un examen final.

Para el dictado 2020, se inscribieron 8 estudiantes en IQ y 32 en QIO. Del mismo modo que los años previos, la modalidad de cursada se planteó como clases teóricas, clases de discusión y resolución de problemas, y laboratorios. Todas presenciales y con distintas condiciones de asistencia obligatoria. El material presentado en clase, tanto teoría como práctica, se volcó en un repositorio digital (Dropbox) de acceso compartido con los estudiantes.

Una semana después de iniciado el ciclo lectivo, se suspendieron las clases en el contexto de la pandemia de Covid-19, retomándose en formato virtual a partir del mes de abril. En este marco, la modalidad ofrecida inicialmente debió ser replanteada en solo 15 días, presentándose un cronograma en el mismo formato que el presencial (con días y horarios asignados a las clases teóricas y prácticas) pero con una propuesta de abordaje completamente virtual. En este marco, se buscó priorizar el acceso al material y la comunicación con el estudiantado, instando, por todos los medios empleados, a manifestar cualquier situación particular que pueda requerir algún tipo de readecuación. Como primera medida se eliminó la asistencia obligatoria y se solicitó al estudiantado un primer abordaje del material obligatorio de forma personal; los espacios de intercambio se destinaron a la resolución de consultas y explicación de conceptos no comprendidos, en los días y horarios asignados.

Adaptación del material de estudio

El formato *normal* de las clases teóricas consta de una exposición por parte de la profesora con una presentación audiovisual de apoyo organizada en *filminas*. La duración de las clases presenciales es de entre dos y cuatro horas. Dada la dificultad de conexión de al menos el 10% del estudiantado (ver abajo) se decidió no realizar videoconferencias “teóricas” en pos de favorecer el acceso de la mayor proporción de estudiantes posible. En este sentido, se realizó la transcripción de la explicación del contenido oral correspondiente a cada *filmina* y se compiló en archivos con formato *pdf* para que pudieran ser descargados y visualizados con facilidad. Adicionalmente, se buscaron y difundieron videos (de plataformas libres) que complementarían el desarrollo de cada tema.

Las clases de discusión de problemas fueron reemplazadas por tutoriales escritos y videos demostrativos (voz sobre pizarra) de resolución de ejercicios, tanto para los seminarios de problemas como para los laboratorios. Los mismos constaron de la explicación, paso por paso, para el abordaje, planteo y resolución de cada “tipo” de ejercicio dentro de cada unidad. Sumado a ello, se compartieron videos de las distintas experiencias que se hubieran desarrollado en cada laboratorio. Estos fueron proporcionados por estudiantes de años anteriores o descargados de plataformas libres.

Algunas de las modificaciones enunciadas en estos párrafos respondieron a pedidos de estudiantes. La progresión en la producción del material para la modalidad virtual se detalla en la siguiente sección.

Seguimiento y evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje

Debido al cambio de modalidad, se plantearon diversas modificaciones a todas las instancias de seguimiento y evaluación del proceso de aprendizaje. En primera instancia, se implementó la entrega obligatoria de la resolución de ejercicios de cada guía de trabajos prácticos de cada unidad; dada la imposibilidad de realizar los laboratorios, se buscaron y compartieron videos de las experiencias que deberían haber realizado. Se asignó a cada estudiante un grupo de valores aproximados que hubieran obtenido para cada variable a determinar, junto con una detallada explicación teórica y metodológica de los experimentos. Como evaluación de esta instancia, se pidieron breves informes en los que debía constar el tratamiento de los datos proporcionados. Las evaluaciones parciales tuvieron un formato domiciliario con 48 h y 72 h para la resolución de la primera instancia y del recuperatorio, respectivamente. La principal diferencia entre las modalidades presencial y domiciliaria radicó en la presencia de preguntas teóricas y en la extensión de las justificaciones de cada punto realizado. Para los temas de equilibrio químico y equilibrio ácido-base se solicitó la entrega de una monografía sobre alguna etapa del ciclo biogeoquímico de algún elemento / nutriente, consensuado con el equipo docente, que permitiera el desarrollo de las ecuaciones de los equilibrios presentes en la etapa junto con la relevancia de las mismas para el organismo o el ambiente (dependiendo del ciclo y etapa escogidas).

En cuanto a las estrategias de comunicación con el estudiantado, en términos prácticos, el cursado de la materia quedó dividido en tres etapas. Las mismas se definieron en base a la modificación de estrategias, producto de una revisión constante de cada propuesta en función de la recepción, utilización y efectividad de las metodologías implementadas. Las tres etapas y sus revisiones se detallan a continuación.

Primera etapa

1) Plataforma educativa virtual institucional (PEDCO). Esta herramienta se empleó como soporte de las clases, repositorio del material, medio de organización de las asignaturas y comunicación oficial. La matriculación se realizó manualmente por parte del equipo de cátedra. La comunicación inicial se llevó a cabo mediante el correo del sistema de gestión institucional (SIU-guaraní), solicitándose respuesta. De los 40 inscriptos en ambas asignaturas, contestaron este correo 33 estudiantes. De quienes contestaron, tres no ingresaron nunca a la plataforma. El material se puso a disposición al menos 24 horas antes de los días y horarios asignados a las clases. El material esencial (textos explicativos de las clases, ejercicios resueltos, guías y problemas) fue elaborado en archivos con formato *pdf* de modo que los estudiantes con problemas de conectividad, pudieran descargarlos sin dificultades. De esta plataforma se utilizaron las siguientes herramientas:

- a- Chat: destinado a consultas sincrónicas (en día y horario de clase) relacionadas con la temática correspondiente a la fecha estipulada por cronograma.
- b- Foro de discusión: destinados a consultas e intercambios asincrónicos de cada tema donde cada estudiante pudo plantear consultas, los docentes responderlas. De este modo, todos los estudiantes tendrían acceso a las respuestas en el momento en que pudieran conectarse.
- c- Autoevaluación: instancia de carácter obligatorio habilitada al final del tratamiento de cada tema.

2) Correo electrónico: se empleó para entrega de trabajos, resolución de ejercicios y devolución de correcciones, todo previo anuncio mediante las vías institucional (PEDCO) y complementaria (grupo de whatsapp, ver apartado siguiente).

3) Grupo de whatsapp: se empleó este medio como repetidor de las novedades oficiales y para recibir dudas y consultas, tanto de contenido como de funcionamiento, sin horario predeterminado. La implementación de esta herramienta surgió como respuesta a una propuesta de los estudiantes, que buscó fomentar la comunicación de un modo más ágil, y como paliativo para los problemas de conectividad dado que la mayoría de los estudiantes no requieren de un paquete de datos para conectarse. Debido a que en una primera instancia no se contaba con datos liberados para las plataformas educativas universitarias, mediante este medio de comunicación los estudiantes pudieron solicitar y recibir el material necesario para el cursado. El armado del grupo se realizó utilizando la vía de comunicación institucional y se constituyeron comisiones de 4 a 6 integrantes con un representante habilitado para publicar. La finalidad de

ello fue fomentar el debate entre miembros previo a las consultas y evitar conversaciones solapadas.

Revisión de la primera etapa

- *Foro y *chat* PEDCO: ambas instancias contaron con baja participación. El formato del *chat* impidió que el encuentro virtual sea dinámico.
- *Correo electrónico: a excepción de dos estudiantes que se hallaban en parajes remotos de la Región Sur de la provincia de Río Negro, la comunicación por este medio fue fluida.
- *Autoevaluación PEDCO: los estudiantes manifestaron inconvenientes con la utilización de esta herramienta, tanto por problemas de conectividad propios, como por falta de robustez de la plataforma, situación que no les garantizaba el poder guardar las respuestas y/o finalizar la evaluación por caída temporal de la página.
- Grupo de whatsapp: de toda la nómina 25 estudiantes enviaron su intención de participación. Y de estos 25, sólo se organizaron cuatro comisiones. La participación fue muy escasa: en el primer mes se recibieron dos consultas de contenido. En esta primera etapa resultó fundamental para quienes tenían acceso escaso e intermitente a la conexión de internet por hallarse en lugares remotos. En esta etapa dos estudiantes abandonaron el grupo.
- *Otras consideraciones: en esta primera etapa, se decidió realizar el material obligatorio en formato *pdf* para priorizar el acceso a los estudiantes con problemas de conectividad, situación dentro de la cual manifestó encontrarse alrededor del 10% de los estudiantes inscriptos. Se recibieron sugerencias por parte del estudiantado de incorporar videos, audios de producción propia.

En esta etapa, seis estudiantes manifestaron situaciones particulares (conectividad y/o laborales). De este total, cuatro lo comunicaron al inicio de la modalidad virtual y dos en el momento en que vencía una actividad.

Segunda etapa

1) PEDCO: se continuó con su uso para la presentación y organización de los contenidos como vía oficial de comunicación. En esta etapa se agregó material adicional complementario en distintos formatos (ver el punto 4). Se dio de baja el uso de chat y autoevaluación. En la parte práctica, se utilizó la herramienta para videoconferencia (ver punto 5).

2) Correo electrónico: se continuó con esta herramienta como vía de entrega de trabajos prácticos y devolución de correcciones. En esta etapa la autoevaluación se cambió por entrega de ejercicios seleccionados de las guías de trabajos prácticos. Las devoluciones se realizaron en archivos con formato *pdf* sobre fotos de las resoluciones de ejercicios a mano alzada o archivos de texto o una combinación de ambas. La misma dinámica se empleó para las evaluaciones parciales. Cabe destacar que en los casos que manifestaron problemas de conectividad, se extendieron los plazos y se aceptaron los envíos por whatsapp.

3) Grupo de whatsapp: dada la escasa participación, se liberó la restricción para publicar a todos los miembros del grupo.

4) Videos y tutoriales: como material teórico complementario se compartieron en PEDCO links a videos relacionados con cuestiones puntuales. En la parte práctica, se grabaron explicaciones particulares (en video con audio) basadas en problemas de común dificultad, de importancia o de consulta. Este material se compartió con el estudiantado mediante whatsapp, Dropbox y, aquellos con el tamaño adecuado, por PEDCO.

5) Videoconferencias: en la parte práctica, se realizaron videoconferencias en los días y horarios asignados a través JITSY, la herramienta disponible en PEDCO. Debido a problemas de funcionamiento, se cambió a la plataforma ZOOM. Los encuentros grabados, editados y subidos al Dropbox de la asignatura y a PEDCO.

Revisión de la segunda etapa

En esta etapa se realizó la primera evaluación parcial. De los 40 inscriptos, 15 rindieron el examen, entre los que se encontraban cinco de los estudiantes que habían manifestado situaciones particulares (conectividad y/o laborales).

- PEDCO: el empleo de los foros mantuvo un bajo nivel de participación, de aproximadamente el 10% de los inscriptos. Quienes mantuvieron su participación, se encontraban en el grupo de estudiantes que más ingresos realizaron a las clases teóricas y prácticas, y que entregaron los problemas asignados dentro de los tiempos establecidos.
- Grupo de whatsapp: el nivel de participación aumentó, teniendo en cuenta la cantidad de consultas, aunque se mantuvo bajo usando como criterio la cantidad de estudiantes que realizaron consultas (~10%). Este medio fue utilizado principalmente por los estudiantes que emplearon el foro para hacer consultas de funcionamiento. Doce estudiantes abandonaron el grupo (uno de ellos con posibilidad de rendir el segundo parcial).
- Videos y tutoriales: el nivel de utilización de este recurso fue bajo, salvo aquellos casos en los que se elaboraron a partir de dudas de los estudiantes.
- Videoconferencias: la participación en estos encuentros fue baja (de dos a tres estudiantes). El tiempo requerido para establecer comunicación y organización resultó elevado en comparación con la duración de la conferencia.

Tercera etapa

1) PEDCO, correo electrónico y grupo de whatsapp: mantuvieron el mismo formato que en la etapa anterior. En esta etapa tres estudiantes abandonaron el grupo de whatsapp (dos de los cuales desaprobaron el segundo parcial y uno que se comunicó para manifestar que abandonaba el cursado).

2) Videos y tutoriales: en la teoría se mantuvo el mismo formato que en la etapa anterior. En la práctica se realizaron en base a consultas puntuales.

3) Videoconferencias: ante la baja asistencia y el escaso tiempo real de intercambio durante estos encuentros, respecto al requerido para ponerlos en marcha, se dio de baja este recurso.

Revisión de la tercera etapa

En esta etapa se llevaron a cabo las últimas instancias de evaluación virtual, segundo parcial domiciliario y la entrega de la monografía, a las que accedieron nueve estudiantes. De ellos, tres abandonaron, dos desaprobaron y cuatro aprobaron. Todos los estudiantes que llegaron a este punto (los nueve), establecieron comunicación más o menos fluida con el plantel docente hasta último momento (a excepción de uno de los que abandonó, que no respondió a los mensajes). De los cuatro que aprobaron, tres hicieron uso constante de los foros y el grupo de whatsapp. En todos los casos, cuando un estudiante planteó una situación específica, se reformuló el plazo y medio de entrega o tratamiento de las actividades solicitadas.

En el dictado 2020, se debieron ofrecer estrategias sin contar con el tiempo necesario para ponerlas a punto y conocer sus ventajas y desventajas. En base a la recepción por parte de los estudiantes, se fueron modificando o adaptando en busca del planteo más provechoso, dadas las condiciones de virtualidad. Esta recepción únicamente pudo sopesarse en base a los mensajes, a través de los distintos medios ofrecidos, que los estudiantes enviaban. Las adaptaciones, cuando las hubo, se realizaron en respuesta a planteos por parte del pequeño grupo que participó activamente. Además, estos estudiantes fueron quienes lograron finalizar el cursado o alcanzaron instancias muy avanzadas por motivos personales tales como falta de tiempo.

Los resultados observados durante el dictado 2020, sugieren que los estudiantes que mantuvieron comunicación fluida tanto respondiendo a los mensajes recibidos como planteando dudas, inquietudes o problemáticas particulares, son quienes alcanzaron el nivel de construcción conceptual necesario para avanzar en las propuestas planteadas. Se estima que esta participación activa en la comunicación bidireccional, está asociado directamente a una apropiación del trayecto académico, en el cual los estudiantes no esperan recibir pasivamente los conceptos, sino que reconocen al aprendizaje como un proceso en el que son partícipes activos, solicitando acompañamiento para el desarrollo de la construcción que ellos mismos llevan a cabo.

Considerando este contexto tan fluido y metodológicamente distinto del experimentado en los años anteriores, surge la siguiente pregunta: ¿qué impacto en los resultados brutos (cantidad de aprobados, desaprobados y ausentes) ha tenido esta modalidad ejecutada "sobre la marcha" respecto a lo observado previamente? En los ciclos lectivos anteriores, el dictado de la asignatura se realizó en base a la planificación presentada al inicio de clases, con pequeñas modificaciones en el cronograma y/o la modalidad, sólo en casos de imprevistos puntuales y aislados (e.g. nevadas intensas, asuetos y jornadas no previstas en calendario académico, etc.), a diferencia del ciclo 2020, en el que el planteo fue dinámico en cuanto a la flexibilidad

necesaria para dar respuesta a las distintas problemáticas planteadas por los estudiantes y ya discutidas.

Tabla 1. Datos de inscriptos, ausentes, aprobados y desaprobados. Cada categoría corresponde a la suma de los estudiantes de IQ y QIO para los años 2018, 19 y 20.

Año	Inscriptos	Ausentes	Desaprobados	Aprobados
2018	25	13	8	4
2019	32	22	5	5
2020	40	26	10	4

En la tabla 1 puede verse un resumen de las estadísticas de aprobados, desaprobados y ausentes del período 2018-2020 respecto del total de inscriptos a las materias. Se considera "ausente" a quienes nunca asistieron y a quienes abandonaron sin haber rendido la primera evaluación parcial ni su recuperatorio. En 2020 el número de inscriptos fue mayor que en otros años, pero también lo fue el número de ausentes. Este último año, el problema particular presentado por dificultades asociadas con la conectividad se sumó a los motivos preexistentes de abandono, por ello es que no resulta extraño que una mayor proporción de estudiantes no haya participado de ninguna instancia. De los 10 estudiantes desaprobados en 2020, cuatro decidieron no rendir el segundo parcial por razones personales y tres de ellos comunicaron su decisión al plantel docente.

En base a las estadísticas presentadas en la tabla 1, se observa que el porcentaje de ausentes osciló entre el 52% y el 69% entre 2018 y 2020, siendo de 65% este último ciclo. De este modo, se observa que la modificación de las estrategias y la modalidad impuesta debido a la pandemia de Covid-19, no produjeron que el número de estudiantes ausentes en todas las instancias obligatorias fuese mayor que otros años. Asimismo, el porcentaje de aprobados respecto al total de los activos (aprobados + desaprobados) fue de 30%, aproximadamente, también similar a 2018, mientras que 2019 presentó un valor de 50%, notablemente superior que los otros períodos. Los números no indicaron que existe una correlación evidente entre la modificación en el planteo de estrategias entre la modalidad presencial y la virtual, con los cambios consecuentes en la dinámica de cursado. En este sentido, cabe señalar que la exigencia de la cursada 2020 fue mayor que los años anteriores. Ello se debió a que este año se pidió a los estudiantes que entreguen para corrección, ejercicios resueltos de todas las guías que se evaluaron en los exámenes parciales, mientras que en los cursados anteriores, se le asignaba un solo problema por estudiante para que desarrollen y expongan ante el grupo. Se destaca en este punto que quienes cumplieron con todas las entregas, dentro o fuera del plazo temporal establecido, fueron quienes completaron la cursada, hallan o no regularizado la materia.

La interpretación que surge de esta experiencia virtual, considerando años anteriores, indica que la comunicación bidireccional es un factor crítico para el desarrollo provechoso del trayecto en las asignaturas dictadas. Los datos sugieren que esta comunicación tiene un peso mayor que la modalidad presentada, lo cual puede explicarse teniendo en cuenta que, en la propuesta virtual, las estrategias se fueron adaptando en función de los

requerimientos planteados por los estudiantes, mientras que en la propuesta presencial, aunque no hubo variación de las estrategias (durante el cuatrimestre), los estudiantes que completaron el curso, fueron quienes utilizaron todas las instancias de consulta.

En suma, se considera que es fundamental el desarrollo de los conceptos de comunicación y de apropiación del trayecto al inicio del ciclo lectivo, no sólo en las asignaturas químicas sino en todas las de primer año. Este trabajo está relacionado con un acompañamiento en el desarrollo de la consciencia de la participación activa del estudiante en la construcción del aprendizaje y el compromiso con el propio trayecto, conceptos fundamentales para llevar a cabo el proceso de afiliación deseado. Como actores principales en la recepción de ingresantes al ámbito universitario, creemos que este es uno de los aspectos más importantes, y con mayor impacto en el desarrollo de la primera etapa crítica para los estudiantes.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Los estudiantes que entablan comunicación fluida y tienen un seguimiento activo de la materia, aunque presenten dificultades, son los que alcanzan un desarrollo consciente de los conceptos basados en una construcción activa del aprendizaje. Esta tendencia, aunque se correlaciona con lo observado en las modalidades presenciales, se evidencia más en el formato virtual, en el que la participación se mide en términos de consulta escrita y uso activo de las herramientas suministradas. Como protagonistas en la recepción de los ingresantes al mundo universitario, consideramos fundamental trabajar con ellos dos aspectos íntimamente relacionados para propiciar el proceso que lleva a la afiliación. En primer lugar, el concepto de apropiación del trayecto académico y rol activo del estudiante como protagonista en el proceso de construcción del aprendizaje, y no como receptor pasivo de la actividad del docente. En segundo lugar, creemos esencial desarrollar la comunicación bilateral estudiante – docente (concepto intrínsecamente asociado al primero) como base de una efectiva transmisión de contenidos. Los actores determinantes en el proceso son dos, y ambos deben tener un papel activo en la construcción del aprendizaje. Finalmente, consideramos que el desarrollo de esta noción de comunicación está directamente relacionado con la adquisición del concepto de compromiso y apropiación del trayecto, aspectos fundamentales que deben gestarse en el ciclo inicial, para transitar la vida académica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coulon, A. (1995) *Etnometodología y Educación*. Barcelona: Paidós.
- Frigerio, G. y Diker, G. (2004). *La transmisión en las sociedades, las instituciones y los sujetos. Un concepto de la educación en acción*. Buenos Aires: Noveduc.
- Gluz, N. (2011). *Admisión a la universidad y selectividad social. Cuando la democratización es más que un problema de "ingresos"*. Buenos Aires: UNGS.

- Malinowski, N. (2008). Diferenciación de los tiempos estudiantiles e impacto sobre el proceso de afiliación en México. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 6(2), 801-819.
- Pierella, M. P. (2018). El primer año de universidad desde la perspectiva de los profesores. Políticas de recepción, enseñanza y curriculum. *Espacios en blanco. Revista de Educación*, 28, 161-181.

Innovación para la Enseñanza de la Química

UN CURSO DE QUÍMICA EN ASPO. FORTALEZAS Y DEBILIDADES

Miguel Muñoz, Sandro J. González, Marcela González, Alejandro Ferrero, Sabrina Balda, Cinthia Lucero

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UNLPam. Santa Rosa, La Pampa, Argentina

Email: mmunoz@exactas.unlpam.edu.ar, sandrogonzalez1962@hotmail.com

Recibido: 29/07/2020. Aceptado: 03/11/2020.

Resumen. En el presente trabajo se describen las acciones realizadas a partir de entrar en ASPO (Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio) por el Covid-19 en un curso de química para primer año de la enseñanza universitaria, después de tres semanas de ambientación en febrero y dos semanas de clases presenciales. Mediante una investigación obtuvimos datos del rendimiento de los alumnos que fueron comparados con los obtenidos en años anteriores, a esto le agregamos una encuesta al final de la cursada que nos ayudó a valorar fortalezas y descubrir debilidades. Si bien evidenciamos un profundo cambio de modelo, consideramos que la próxima vuelta a la presencialidad deberá ir acompañada de una sustitución sustancial de ciertos paradigmas.

Palabras claves. autoexámenes, foros, entorno virtual.

A Chemistry course at ASPO. Strengths and weaknesses

Abstract. This work describes the actions carried out after entering ASPO (Social, Preventive and Mandatory Isolation) by Covid-19 in a chemistry course for the first year of university education, after three weeks of setting in February and two weeks of face-to-face classes. Through an investigation we obtained data on the performance of the students that were compared with those obtained in previous years, to this we added a survey at the end of the course that helped us assess strengths and discover weaknesses. Although we show a profound change in the model, we consider that the next return to presentiality must be accompanied by a substantial replacement of certain paradigms.

Keywords. self-exams, forums, virtual environment.

INTRODUCCIÓN

Tal como enunciaron en su artículo Miraballes Cortinas y Velázquez Serra (2020): "De la modernidad a esta parte, diversos enfoques teóricos socioeconómicos han insistido en depositar en la educación la responsabilidad de saldar las desigualdades sociales. El fundamento de que la educación es capaz de situar a las personas ante las mismas posibilidades de acceso al trabajo, la vivienda y el ejercicio de la ciudadanía ha encontrado como principal aliada a la teoría del capital humano, influyente en los debates y en la planificación de políticas educativas. De esta manera, afirmaciones como que más y mejor inversión en educación son soluciones



en sí mismas a los problemas sociales, se instalan como verdades irrefutables”.

A partir del 20 de marzo 2020, por decisión gubernamental se instauró el ASPO (Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio) por el Covid-19, con ello cambió la realidad y las palabras “virtualización y teletrabajo” irrumpieron en las conversaciones cotidianas y también en el ámbito docente. La incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito educativo ha significado un aporte innegable en la enseñanza; la utilización de recursos como plataformas educativas o aulas virtuales complementa la actividad docente, pero no la sustituye. Nuestra tarea tiene razón de ser en el encuentro con los/as estudiantes y sus particularidades, en construir con ellos experiencias de enseñanza y aprendizaje en encuadres institucionales específicos.

Nuestro modelo de enseñanza, tradicional aunque nos pese, tanto que cuando buscamos el cambio de modelo, siempre nos planteamos ¿los profesores que hacemos para cambiar esta realidad?; bueno, el covid-19 parece que no solo cambió nuestros hábitos, sino que también modificó sustancialmente nuestro modelo de enseñanza. ¿Qué hacer con todo lo que planificamos para la presencialidad, con los laboratorios, y las guías en papel? Innumerables recursos que no podremos utilizar, al menos de la forma que lo teníamos pensado. Además, nuestros estudiantes, no se inscribieron para un curso virtual, lo hicieron pensando en otros paradigmas donde las emociones y las relaciones diarias con cada una de las personas de la comunidad educativa iban a ser muy distintas a las que se les plantearon.

Esta situación nos hizo repensar cómo maximizamos nuestras herramientas de la presencialidad para utilizarlas en la virtualidad, teniendo en cuenta que la experiencia se llevó a cabo en un curso de Química General para carreras no químicas que se dicta en el Primer Año de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa; en otras palabras son estudiantes ingresantes a una carrera universitaria.

Tuvimos que resolver sobre la marcha, apenas iniciado el cuatrimestre; no se trataba de pasar de una modalidad presencial a una virtual, había que llegar a los estudiantes con distintas herramientas para arribar a los mismos objetivos propuestos. Los principales obstáculos no pasaban a ser nuestras herramientas, ya que los profesores, en su mayoría, contamos con computadoras actualizadas y con capacidad para desarrollar la tarea, también con conexiones domiciliarias de mediana a alta capacidad de banda.

Lo que nos preocupó sobremanera era la brecha digital y cómo hacer para no generar exclusiones de nuestro alumnado. Así y todo, el esfuerzo, el desafío, la incertidumbre nos invadían por aquellos momentos, pero mayores eran las dificultades de nuestros alumnos, que, si bien son considerados “nativos digitales”, con mayores destrezas con la tecnología, sus equipos, sus conexiones a internet, su primer año en la facultad, sus conocimientos previos de química eran las mayores dificultades para afrontar el cambio. En relación a esto Dans (2020) expresó en su publicación: “Alfabetización digital de los alumnos: ¿nativos digitales? No,

los nativos digitales no existen. Esos mismos alumnos que dominan completamente Instagram y TikTok son, en muchas ocasiones, incapaces de llevar a cabo tareas tan sencillas como adjuntar un archivo a un correo electrónico, localizar una opción en un campus virtual o guardar un archivo con otro nombre”.

La única información de la que disponíamos, por parte de las autoridades de nuestra Facultad, era que estaba ratificado el calendario académico; teniendo en cuenta las características de los alumnos ingresantes, en donde el mayor desgranamiento y posterior deserción se produce en los primeros meses de su carrera, se decidió, luego de un análisis profundo avanzar en el dictado de la materia en forma virtual.

Es así que muchos/as docentes no llegaron a encontrarse ni una vez con sus estudiantes en los salones de clases. A su vez no desconocíamos que entramos en un sistema en donde “El imperativo de continuar con los cursos bajo cualquier circunstancia interpela la ética en la enseñanza cuando este hacer sin detenerse no repara en que hay dimensiones de la otredad del/la estudiante que quedan omitidas o contenidas en un mensaje principalmente escrito, mediado por la pantalla, por formatos estandarizados en tipos de letra; no caben en las plataformas educativas la expresividad de los rostros, la gestualidad corporal, la voz, los trazos ni la espontaneidad” (Miraballes Cortinas y Velázquez Serra, 2020).

En nuestro caso tuvimos un curso de ambientación presencial, no obligatorio, de tres semanas, con inicio de cursada en la última de febrero, más dos semanas en marzo en donde se desarrollaron distintos temas introductorios a la química, en el cual participó el 75% de los estudiantes que iniciaron el curso en el ciclo lectivo 2020. Como apoyo a las clases presenciales, se contó con un aula virtual en el campus de la Facultad, en la cual se inscribían la totalidad de los estudiantes inscriptos para cursar; este aula, que de hecho utilizábamos muy poco, era preexistente a la situación originada por la pandemia y si bien era el canal institucional de comunicación con los alumnos, el uso de esta solo era ocasional y se transformaba en un repositorio de guías, bibliografía, simuladores, cronogramas, avisos, etc.; ahí estaba como alternativa, producto que la presencialidad resolvía la gran mayoría de las cuestiones, que ante la situación vivida dicha herramienta fue más empleada. A su vez utilizamos canales alternativos de comunicación como las redes sociales, donde volcamos el mismo material que en el campus, esta herramienta es la que utilizan más los alumnos, al menos en otras épocas.

Es sabido que la educación tradicional en ciencias, fundamentalmente en química ha girado tradicionalmente en torno a un programa de contenidos impartidos en clases teóricas magistrales, clases de laboratorio (en las que el alumno se familiariza con aparatos, drogas, procedimientos y comprueba las ideas formuladas en la clase teórica, siguiendo una receta) y clases de resolución de problemas (para practicar los razonamientos y aplicaciones del tema); siendo conscientes que cuando el laboratorio sólo supone ejercicios de verificación de lo visto en teoría, los estudiantes no se encuentran tan motivados y disminuye su curiosidad. Desde esta perspectiva, este tipo de actividades serían perjudiciales para la valoración

de la asignatura y perfectamente reemplazables con demostraciones. (Muñoz y col., 2017).

Tenemos presente en nuestro quehacer cotidiano como docentes de Química que la investigación en didáctica de las ciencias muestra que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear el aprendizaje de las ciencias como una actividad próxima a la investigación científica.

Un proceso de la enseñanza de las ciencias químicas que utilizamos como herramienta base de nuestra metodología es "Resolver problemas colaborativamente", en situación de pandemia hubo que pensar como lo haríamos de forma virtual y en aislamiento. El momento de intentar resolver un problema es grande: «Creo que lo entiendo y he hecho todos los ejercicios propuestos por el profesor, pero cuando cambian un poco ya no sé qué hacer». Por ello, aceptar esta realidad sugiere el reto de generar nuevos tipos de actividades que permitan superar las dificultades de los alumnos en la resolución de problemas aplicando nuevas herramientas y estrategias a partir de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (Hinojosa y cols., 2011). En ese sentido hemos vivenciado que el uso de latecnología mejora la calidad de los trabajos a la hora de comunicar una tarea específica pero no garantiza en sí mismo un aprendizaje significativo, ha servido como una herramienta complementando el proceso educativo, por cuanto favorece la evolución y el desarrollo de dicho proceso (Gandrup y cols., 2012).

Algo no menos significativo es la evaluación, sin duda requiere un párrafo por cómo está concebida en los modelos más utilizados en la enseñanza universitaria, los parciales y el final. Se coincide con lo propuesto por Enrique Dans, (2020), cuando sostiene... "Si tu criterio principal de evaluación era un examen, la cuestión se volverá, como mínimo, compleja, y requerirá de herramientas especializadas que permitan controlar lo que el alumno hace o deja de hacer durante el mismo. Si puedes – según a qué niveles, no es sencillo – deberías plantearte otras metodologías de evaluación diferentes o adicionales: trabajos individuales, en grupo, evaluación por pares, valorar la participación, presentaciones, etc...".

Los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia, cuando participan activamente en un ámbito donde haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión. Ante este contexto, entendemos que debemos mejorar nuestro modelo de enseñanza, pensando en que nos ayudará a construir una visión actualizada de la ciencia como producto de la actividad humana en constante avance.

METODOLOGÍA

Iniciamos una investigación de tipo cualitativa, aunque expresamos determinados parámetros a evaluar en forma cuantitativa; el abordaje metodológico de esta presentación fue el análisis de los datos corresponde al ciclo académico 2020 de los alumnos de 1º año que cursan la asignatura Química I – Química, correspondientes a la currícula de las carreras Lic. en Geología, Lic. y Prof. en Ciencias Biológicas, Prof. en Física e Ingeniería en

Recursos Naturales y Medio Ambiente, lo que hacen una muestra de aproximadamente 110 estudiantes, especificando que los mismos son ingresantes e inician su etapa universitaria en carreras no químicas.

Como herramienta metodológica para obtener los elementos necesarios que nos guíen en la presente investigación se tuvieron en cuenta los aspectos siguientes:

- Respecto al desempeño de los alumnos, los registros de presencia en la totalidad de las clases sean estas teóricas o prácticas de resolución de situaciones problemáticas; como así también los datos de autoexámenes, evaluaciones parciales, entrega de trabajos prácticos que nos arrojó el sistema Moodle.
- Las actas de regularización/aprobación de la materia, que remite la cátedra a Sección Alumnos de la Facultad.
- Análisis de una encuesta a través de la cual consultamos a los estudiantes sobre aspectos importantes del desarrollo de la cursada en condiciones de ASPO.

Los instrumentos de evaluación fueron confeccionado "ad hoc"; en el caso de la encuesta semiestructurada, se eligió la terminación del cuatrimestre como momento para que la respondieran. La información obtenida de ella se organizó en categorías; siete de las cuales se muestran y analizan en la presente publicación.

Los resultados del ciclo 2020 fueron cotejados con los datos de la cátedra de los últimos años, a efecto de determinar fehacientemente la situación del alumnado en condiciones de ASPO.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para tener una idea de las características de la muestra analizada, debemos decir que los colegios de los que proceden los estudiantes presentan una altísima heterogeneidad, siendo su procedencia mayoritariamente de la provincia de La Pampa (75%). Es Santa Rosa con un 56% de la totalidad de los pampeanos, la ciudad que más aporta.

Un dato significativo e impensado, sujeto a posterior análisis, es lo referido al ítem ingresantes, ya que solamente el que 54% de la totalidad de ingresantes al año lectivo 2020, egresaron en el 2019, mientras que el resto, 46%, lo conforman estudiantes que se ubican como recusantes y/o ingresantes que dejaron pasar un año o más para iniciar sus estudios universitarios.

Frente a la consulta si habían tenido dificultades al momento de tener que asistir a clases en modalidad virtual, (*Figura 1*) un 63% manifestó no haberlas tenido y 37% que sí. Al categorizar cuales fueron las dificultades encontradas las respuestas fueron las siguientes: Psicológicos (o Psicosocial) 20 %, Tecnológicos 30 %, Vincular 25 % y otros 25 %.

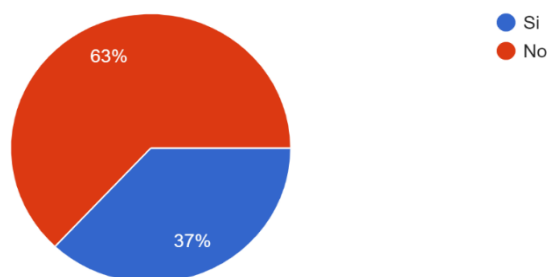


Figura 1. Dificultades para asistir a clases en modalidad virtual.

El 74% manifestó que pudo cumplir con el total de las actividades que se les exigió durante el cursado, el 20% opinó que tal vez y el restante 6% que no. (Figura 2).

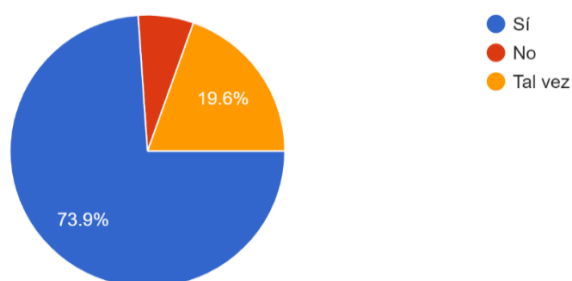


Figura 2. Cumplimiento con todas las actividades exigidas.

En lo referente al autoanálisis del grado de participación y dedicación a las tareas durante el periodo de cursado la encuesta proporcionó estos valores: Excelente 2%, Muy buena 46%, Buena 37%, Regular 11% y Mala 4%. (Figura 3).

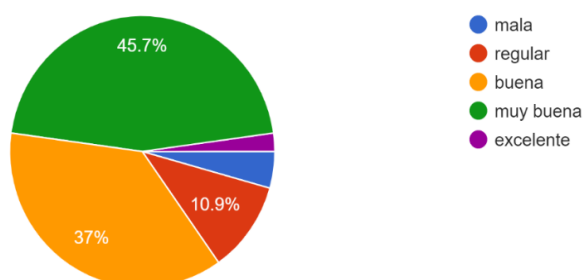


Figura 3. Grado de participación en la cursada.

Cuando les solicitamos que nos informen respecto a las estrategias utilizadas para entender los conceptos durante el dictado de la materia, el resultado fue: Libros e internet 23%, videos de YouTube 19%, Material de la cátedra (incluye los videos y zoom) 30%, Trabajo con compañeros 14%, Consultas por foros 8%, Profesores particulares 6%.

Respecto a la metodología utilizada por la cátedra y la conformidad con los conceptos recibidos, manifestaron que: Excelente 11%, Muy buena 48%, Buena 35%, Regular 6% y Mala 0% (Figura 4).

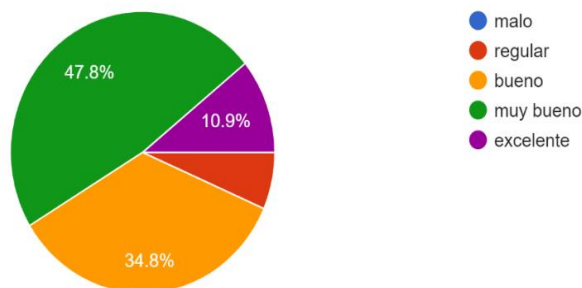


Figura 4. Conceptos recibidos y metodología empleada por la cátedra

Al haber detectado y solicitar que se nos de las razones del bajo nivel de intervención en los foros en la plataforma Moodle, el 100 % de las respuestas fue que les resultaba más fácil otra vía (Foro de Facebook, mensaje privado, vía WhatsApp con compañeros).

Cuando usaron medios electrónicos para desarrollar y/o ampliar conceptos vertidos en clase, que vía de comunicación les resultó más conveniente, las respuestas fueron: Redes Sociales 37%, Moodle 16%, WhatsApp 11%, Correo Electrónico 14%, Zoom 22% (Figura 5).

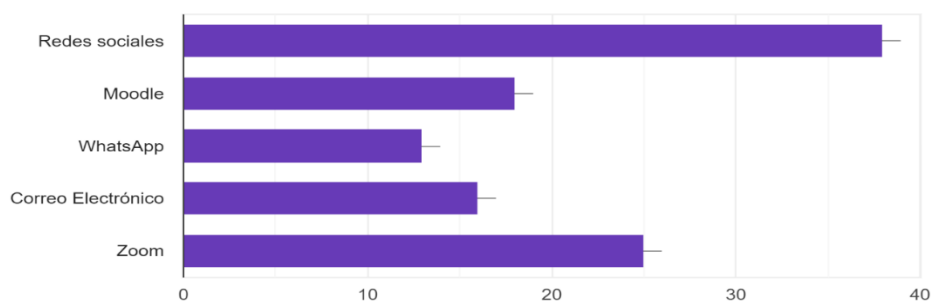


Figura 5. Vías de comunicación más utilizadas.

Al indagar si cursar la materia en forma presencial, le hubiese requerido un mayor tiempo para obtener el mismo resultado, la opinión de los estudiantes fue: que Si 17%, NO 39% y Tal vez 44% (Figura 6).

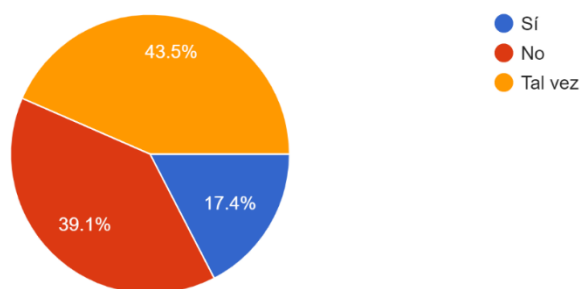


Figura 6. Preferencia de cursada por parte de los alumnos.

En la Figura 7 se aprecia la valoración, de parte de los estudiantes, a la cursada, donde se observa una alta valoración.

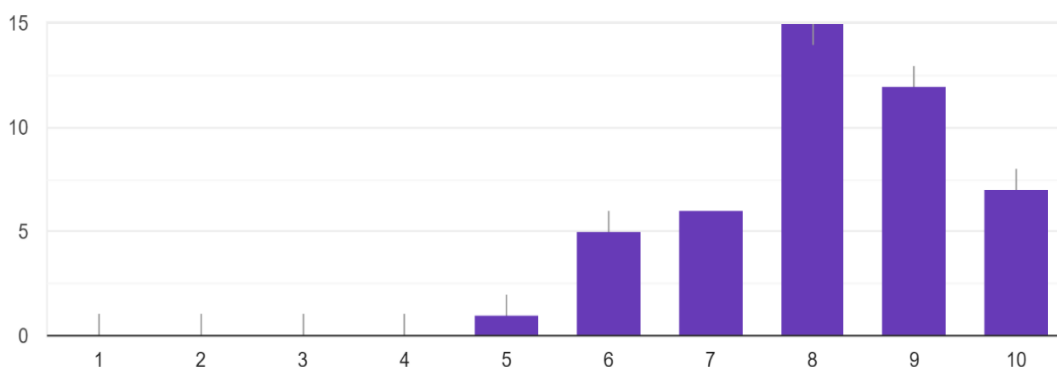


Figura 7. Valoración de la cursada por parte de los alumnos.

En la Tabla 1 se reproduce el accionar de los alumnos en los autoexámenes y tareas que se les solicitaron a través de la plataforma Moodle (discriminadas por temas); para cada autoevaluación se programaron dos instancias, en la segunda participaban los ausentes y desaprobados de la primera. En temas puntuales se solicitaron trabajos. Todas las tareas se autocorregían en el sistema y se socializaban en la clase siguiente usando la plataforma zoom.

Tabla 1. Participación en la plataforma Moodle en cantidad de alumnos año 2020.

Examen/tema	1	2	3 y 4	5	6 y 7	8	9 y 10	11 y 12
1era instancia	115	103	94	96	83	75	80	57
2da instancia	33	29	40	No	61	53	54	87
Trabajos				92		80		

Cuando preguntamos ¿En el cuatrimestre que otras materias cursó y regularizó? Obtuvimos que solo Química 7,9 %, Química y otra 28,5 %, Química y dos materias 62,8 %, Química y tres 0,8 %.

La participación de los estudiantes a través del Moodle fue decayendo del 78 % al 64 % en los temas del primer parcial, mientras que a los temas del 2do parcial fue decayendo del 59 % al 51 % (Tabla 1).

En la Tabla 2 se representa el accionar de los estudiantes en las instancias de evaluación, hubo un simulacro de primer parcial de carácter no obligatorio, orientativo debido a las características de los estudiantes al ser ingresantes.

Tabla 2. Participación de los estudiantes en los exámenes parciales y/o recuperatorios.

Alumnos	Simulacro de 1er parcial	1er parcial	2do parcial	Recup. 1er y 2do	Integral
Presentes	85	109	92	27	13
Aprobaron	62	94	67	10	11
Desaprobaron	23	15	25	17	2
Ausentes	62	38	17	15	19

La participación en las clases por Zoom fue de 50 % a 45 % en los temas del 1er parcial y del 40 al 35 % en los temas del 2do parcial.

La asistencia al primer parcial fue del 74 % mientras que al 2do parcial fue del 62% (Tabla 2).

Estudiantes aprobados al primer parcial 64 %, al 2do parcial 45,6 %, en recuperatorios 14,3 %, total aprobados 59,86 % (Tabla 2).

Quizás el dato más significativo del análisis de los parámetros considerados está en el alto porcentaje de aprobados en relación con años anteriores, un 59,86%, cuando la media en los últimos 6 años oscilo en un 43% (Tabla 3).

Tabla 3. Estadísticas de la cátedra 2015 - 2020. (Ausentes 2015/2019 contienen los que abandonaron).

Año	Inscriptos	Aprobaron	Desaprobaron	Ausentes
2015	185	84 (45,4%)	18 (9,7%)	83 (44,9%)
2016	183	83 (45,4%)	9 (4,9%)	91 (41,7%)
2017	151	63 (41,7%)	10 (6,6%)	78 (51,7%)
2018	110	49 (44,5%)	10 (9,1%)	51 (46,4%)
2019	148	50 (33,8%)	24 (16,2%)	74 (50,0%)
2020	147	88 (59,9%)	21 (14,2%)	38 (25,9%)

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Del análisis de las acciones realizadas, durante el ASPO, aparecen cuestiones muy significativas a la hora de hablar de modelo de enseñanza y cómo influye en el rendimiento de los alumnos.

Hubo un dato significativo, sin duda el más notorio, que fue el alto número de aprobados, aquí hay varios factores que pueden incidir, por eso describimos en fortalezas y debilidades las acciones desarrolladas y recursos utilizados.

Como bien lo dijo Juan Ignacio Pozo (2020) "Esto promueve la reorganización de las formas de enseñar y de aprender en todos los niveles

educativos, desde la educación infantil a la educación superior. Supone un enorme desafío: pasar de espacios analógicos tridimensionales presenciales, a espacios totalmente digitales”.

Fortalezas:	Debilidades
Nuestro material de trabajo actualizado	No haber utilizado los laboratorios presenciales
El material humano, alumnos, docentes y tutores.	No haber usado los laboratorios virtuales como hubiésemos querido.
Trabajar en investigación en educación en química hace años.	Los foros de Moodle no fueron utilizados.
Haber participado en eventos, congresos, talleres, seminarios y cursos sobre educación en química.	La brecha digital de nuestros alumnos.
Tener disponible de forma virtual un alto porcentaje del material de instrucción.	Recursos de Moodle no fueron utilizados en todo su potencial.
Contar con un aula virtual y la plataforma Moodle.	No haber grabado las clases por zoom.
Las horas de dedicación de los estudiantes producto del aislamiento.	Realizamos pocos videos de como plantear la resolución de problemas.
Contar con muchas simulaciones incorporadas a la cátedra desde hace algunos años.	No logramos una sincronización adecuada en los horarios de clases prácticas.
La red social Facebook la utilizamos desde hace varios años.	Las clases de Zoom no fueron utilizadas como recomiendan.
Haber implementado los autoexámenes de cada temática.	No haber contado antes con el banco de preguntas en Moodle.
El seguimiento de la participación a través de los tutores.	Las reuniones de cátedra por zoom no eran lo productiva que deberían ser
Haber logrado un banco de preguntas en la plataforma Moodle con más de 180 preguntas de distintas opciones.	Internet y videos de YouTube fueron muy mencionados por los alumnos y no todo lo que circula lo tenemos dimensionado.
La evaluación en proceso fue mejor que en la presencialidad donde solo evaluábamos con los parciales.	La retroalimentación de los autoexámenes prácticamente no se utilizó.

Si bien esperamos que la pandemia no se prolongue mucho más tiempo; una vez terminada la misma, nuestra cátedra volverá a desarrollar las actividades en forma presencial. Sin lugar a dudas, con la práctica alcanzada en el ámbito de la virtualidad y los muy buenos resultados obtenidos, esta última forma de enseñanza ocupará un rol muy importante en nuestro quehacer como docentes de nivel universitario, para ello contamos con material y la experiencia adquirida para trabajar en este modelo de enseñanza; en las fortalezas, no todas las que mencionamos las usábamos de la manera que sí lo hicimos en este momento, por eso, vamos a potenciar las fortalezas y nos abocaremos a trabajar en cada una de las debilidades, buscando como transformarlas en fortalezas de futuros cursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dans, E. (2020, 02 de abril). *La enseñanza online solo funcionará si cambiamos la perspectiva*. <https://www.enriquedans.com/2020/04/la-ensenanza-online-solo-funcionara-si-cambiamos-la-perspectiva.html>

- Gandrup, B., González, M., González, S., Ferrero, A., Zambruno, M. A., Cervellini, M. I. y Chasvin Orradre, M.N. (2013). El uso de las TIC en la presentación de seminarios en Química I. *ALDEQ - Anuario Latinoamericano de Educación Química*. San Luis.
- Hinojosa, J. y Puig, N. S. (2011). Resolver problemas colaborativamente de forma virtual. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 67, 103-108.
- Miraballes Cortinas, G. y Velázquez Serra, S. (2020, 08 de abril). *Cómo educar después de la pandemia*. Revista La Diaria - Uruguay. <https://ladiaria.com.uy/opinion/articulo/2020/4/como-educar-despues-de-la-pandemia/>
- Muñoz M., Gonzalez S., González M., Ferrero A., Cervellini M. y Balda S. (2017). Evolución de la idea de ciencia en un grupo de estudiantes universitarios de química. *ALDEQ - Anuario Latinoamericano de Educación Química*. San Luis.
- Pozo, J. I. (2020, 27 de mayo). *Repensar la educación en tiempos de coronavirus: cuando la enseñanza y el aprendizaje se hacen digitales* [Conferencia] Ciclo de Seminarios Internacionales del CIAEC: Enseñar Ciencias Experimentales en Tiempos de Pandemia: Nuevas realidades y mediaciones.

Innovación para la Enseñanza de la Química

SIMULACIONES PARA COMPLEMENTAR EL ESTUDIO DE LA CINÉTICA QUÍMICA A NIVEL BÁSICO

Sergio Baggio

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Chubut. Puerto Madryn, Argentina Email:

Email: baggiosergio@yahoo.com.ar

Recibido: 01/08/2020. Aceptado: 05/05/2021.

Resumen. La cinética química forma parte de la currícula de la mayoría de los cursos de química general que se dictan en las universidades. Su estudio presenta dificultades para los alumnos principiantes como se ha mostrado en muchas publicaciones de autores que han trabajado en el tema. En el presente trabajo se describen varios programas de simulación sobre cinética química, desarrollados por el autor y se discute la utilidad de las mismas para superar parcialmente las dificultades que presenta el tema en el proceso de enseñanza y de aprendizaje. Los programas pueden ser utilizados como actividades complementarias a las clases de laboratorio, problemas y teoría, contribuyendo de esa manera a la integración de éstas. Los programas han sido utilizados por el autor en el dictado de cursos de capacitación para docentes y alumnos de profesorado, recibiendo favorable acogida. Copia de los instalables de algunos de los programas, con sus guías para el alumno, están disponibles para los lectores interesados, sin cargo.

Palabras claves. simulaciones, química general, cinética química.

Simulations to complement the kinetics study in basical level

Abstract. Chemical kinetics is part of the curricula of most general chemistry courses that are taught in universities. Their study presents difficulties for beginners as shown in many publications of authors who have worked on the issue. In this paper the utility of simulations to partially overcome these difficulties in the teaching-learning process are discussed and various simulation programs on the subject, developed by the author are presented. Programs can be used as complementary laboratory classes activities, problems and theory, thus contributing to the integration of these. The programs have been used by the author in training courses for teachers and students of faculty, receiving favorable reception. A copy of the installable of some programs, with their guides for the student, are available to interested readers without charge.

Keywords. simulations, general chemistry, chemical kinetics.

INTRODUCCIÓN

La cinética es parte de la ciencia del movimiento. Si bien en física hay una distinción entre dinámica y cinemática, en química esa distinción no existe. La cinética, en química, estudia la velocidad de las reacciones y los factores que la controlan, explicándolo a través de los mecanismos de reacción. La cinética difiere de la termodinámica como lo hace el aspecto dinámico del estático. Mientras la segunda se interesa sólo por el estado inicial y final del sistema, la cinética estudia el mecanismo por el cual se pasa de un estado



al otro, considerando el tiempo requerido como un factor fundamental. La variable tiempo no es utilizada por la termodinámica, que se ocupa fundamentalmente de las condiciones en que se alcanza el equilibrio de una transformación. El equilibrio puede también ser abordado desde el punto de vista cinético, considerando el momento en el cual las velocidades de la reacción directa y opuesta se igualan. La inversa no es cierta: la velocidad de una reacción no puede ser entendida usando solamente argumentos termodinámicos (Frost y Pearson, 1961).

El estudio de la cinética química busca proporcionar información sobre cómo ocurren las reacciones químicas. Dichos estudios pueden dividirse en dos grupos. En el primero, las investigaciones abordan la construcción de modelos para describir y explicar las relaciones observadas entre la velocidad de reacción y las variables que ejercen influencia sobre ellas. También se ocupan del uso de tales modelos en el cálculo velocidad de reacción (Bykov, Elokhin, Gorban y Yablonskii, 1991). El segundo grupo de estudios busca proporcionar apoyo crítico para el mecanismo propuesto para cualquier reacción química. Esto se realiza principalmente mediante la recopilación de datos sobre los cambios en las variables que pueden usarse para expresar la velocidad a la que los reactivos se convierten en productos. Tales datos experimentales son integrados matemáticamente dando la ley de velocidad para esa reacción. Cualquier propuesta de mecanismo debe estar de acuerdo con la ley de velocidades (Blickensderfer, 1990). Sin embargo, esto no significa que se pueda deducir un mecanismo con certeza de los estudios cinéticos porque un mecanismo alternativo puede explicar los datos experimentales igualmente bien (Laidler, 1987, 1988).

Esta breve descripción del área señala su relevancia para una comprensión de importantes procesos químicos en la industria, medicina y áreas ambientales. Por ejemplo, en el proceso de producción de una determinada sustancia, ya sea en una industria o como parte del metabolismo humano, el conocimiento de la cinética química es de vital importancia.

Pasando a la enseñanza de la cinética, en el año 1976 Birk decía: "El estudio de la cinética en el laboratorio de química general ha sufrido de una escasez de experimentos sencillos e ilustrativos. Los experimentos de uso común no sirven para todos los criterios de un sistema ideal: (1) el sistema debe tener cierto interés intrínseco para los estudiantes; (2) el proceso debería hacerse lo suficientemente simple para ser entendido fácilmente; (3) los materiales utilizados deberían ser no tóxicos, no corrosivos y de bajo costo; (4) el aparato debería ser lo suficientemente simple como para que cada estudiante o grupo pequeño en una clase numerosa, pueda trabajar de forma independiente y sin la necesidad de recurrir a un equipo especial; (5) el sistema debe ser representativo de los sistemas reales que son comúnmente usados en los estudios cinéticos y deben dar resultados que sean al menos análogos a los datos reales".

La situación parece no haber mejorado demasiado en este aspecto y por el contrario, con la disminución de horas de actividad práctica que se registra en la mayoría de los cursos universitarios, mayor conocimiento de los riesgos y presupuestos más exigüos, parece haberse profundizado.

A esto se suma que la cinética química es un tema complejo para los estudiantes principiantes que tienen reales dificultades para su aprendizaje (Kurt y Ayas, 2012). Esto se debe fundamentalmente a la escasez de reacciones relativamente simples, cuya cinética pueda estudiarse adecuadamente en una sesión de laboratorio, además del hecho de las dificultades que tienen los alumnos en la interpretación de los resultados experimentales cuando hay que obtener órdenes de reacción, energías de activación o propuestas de un mecanismo.

Ante la ausencia de un sistema químico que reúna todos los criterios mencionados por Birka, algunos autores se interesaron en el desarrollo de analogías para ilustrar algunos de los conceptos de la cinética. Así se propuso el estudio del enfriamiento de un líquido caliente o el calentamiento de un líquido frío, colocado en el medio ambiente, en función del tiempo (Birka, 1976). Con anterioridad Davenport, 1975 había descrito el estudio de flujo capilar como un análogo útil para el estudio de la cinética química. En años más recientes han aparecido otras publicaciones donde se trataron de utilizar analogías para facilitar el aprendizaje de la disciplina (Bender, Cutrera y Defago, 2007; Cortés, Pérez, López y Moore-Russo, 2011).

Las simulaciones también han sido propuestas como una alternativa para paliar el déficit que se ha comentado. El uso de las TIC en la enseñanza abre un abanico de nuevas posibilidades en la utilización de herramientas informáticas que rompen con esquemas tradicionales y revelan nuevas vías pedagógicas sustentadas en la participación activa de los estudiantes, lo que enriquece de manera notable el proceso de enseñanza y de aprendizaje (Uceda y Castañeda, 2015; Paredes y Molina, 2019). Uno de estos materiales que forman parte de los cambios históricos impuesto por la evolución tecnológica, que ha influido significativamente no solo en educación sino también en otros sectores como la medicina, la economía, la ingeniería, entre otras, es el uso y la implementación de los simuladores. Los simuladores utilizados en educación se definen como "programas que tienen un modelo de algún aspecto del mundo y que permite al estudiante cambiar algunos parámetros o variables de entrada, ejecutar el modelo y desplegar los resultados" (Escamilla, 2000).

Como un aporte adicional al desarrollo de simuladores para la enseñanza de la química que el autor ha implementado en los últimos años (Baggio, 2018, y referencias allí citadas), se presentan varios programas relacionados con la cinética química. Estos programas pretenden como objetivo, complementar las actividades de laboratorio que puedan hacerse sobre el tema y familiarizar al alumno con varios métodos experimentales de la cinética para que de esa manera pueda interpretar más fácilmente los resultados obtenidos y facilitar su manejo. Además, ésta complementación también se extiende a las clases de problemas donde es aun más evidente la falencia que muchos estudiantes principiantes presentan en la manipulación de los datos. La puesta a disposición de los programas a los docentes interesados permitirá expandir estos beneficios a otras escuelas y universidades.

En tiempos recientes con la aparición de la pandemia de Covid19, se ha debido recurrir al dictado de clases virtuales, donde este tipo de actividades tienen un rol preponderante.

DESARROLLO

El objetivo primero de estos simuladores es estudiar varias reacciones químicas, en estado gaseoso o solución, y encontrar la ley cinética que siguen. Se ha tratado de elegir reacciones donde la evolución de la misma se pueda seguir utilizando distintas metodologías, que ilustren cómo puede trabajarse en cinética en laboratorio. Así, en las simulaciones se siguen las reacciones utilizando cambios de volumen y/o cambios de presión, dilatometría, conductividad, colorimetría, entre otros. En todos los casos, los valores usados para concentraciones, temperaturas y constantes de velocidad fueron obtenidos de resultados experimentales citados en la literatura.

La expresión genérica para la velocidad de una reacción es:

$$v = k \cdot [A]^{n_1} \cdot [B]^{n_2} \dots,$$

donde k es la velocidad específica de la reacción y los n_i , son los órdenes respecto de cada uno de los reactivos que influyen en la velocidad. La sumatoria de los n_i , da el orden total de la reacción.

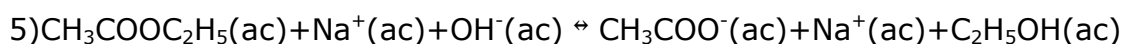
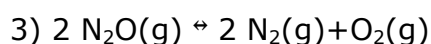
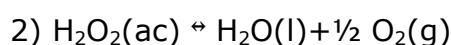
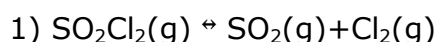
Las reacciones simuladas son de primer o segundo orden, cosa que el alumno puede determinar haciendo un análisis adecuado de los resultados experimentales obtenidos. Para confirmar una reacción de primer orden se debería obtener una recta en la gráfica del $\text{Log}[\text{reactivo}]$ en función del tiempo. Para segundo orden, la recta se obtiene cuando se grafica la inversa de la concentración, en función del tiempo. Para algunas reacciones puede trabajarse con las velocidades iniciales. La ejecución de la simulación, a dos temperaturas diferentes, permite estimar la energía de activación de la reacción estudiada. En efecto si se repite la experiencia a otra temperatura se puede determinar la velocidad específica k_2 a esa nueva temperatura y de acuerdo a Arrhenius

$$k = A \cdot e^{-E_a/RT}$$

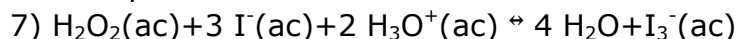
donde A es una constante, E_a la energía de activación de la reacción. Tomando logaritmos naturales, $\text{Ln}(k_i) = \text{Ln}(A) - E_a/RT$. Planteando para cada T y restando nos queda

$$\text{Ln}(k_1/k_2) = (E_a/R) \cdot (T_1 - T_2) / T_1 \cdot T_2 \text{ (Chang, 2010)}$$

A través de 5 programas diferentes se simula el estudio cinético de 7 reacciones:



6) Descomposición del violeta cristal en medio alcalino



Un programa desarrolla las primeras 3 reacciones y los 4 restantes cada una de las reacciones siguientes (4 a 7).

El seguimiento de cada reacción se realiza a través de medidas:

1 y 3) barométricas, 2) volumétricas, 4) dilatométricas, 5) conductimétricas, 6) fotométricas, 7) reacción tipo reloj.

Conjuntamente con los programas, el autor ha elaborado guías para el alumno, con un enfoque de investigación guiada, donde a través de preguntas se lo va orientando para la ejecución del mismo y la interpretación de los resultados. También, hay guías para el docente, donde se explica detalladamente el funcionamiento y los resultados esperables para las simulaciones.

Descripción de los simuladores:

1) Reacción: $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ (Smith, 1925)

Condiciones y velocidades específicas utilizadas

$$T = 593,1\text{K} \quad ; \quad k = 0,001321\text{min}^{-1}$$

$$T = 602,4\text{K} \quad ; \quad k = 0,002742\text{min}^{-1}$$

Las concentraciones permitidas para el $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$ son 0,02 y 0,14M

tiempo (min)	presión (torr)
0	750.4
100	930.5
200	1067.2
300	1171.2
400	1250.2
500	1311.7
600	1357.3
700	1391.9
800	1418.2
900	1438.1
1000	1453.3
1100	1464.8
1200	1473.6
1300	1480.2
1400	1485.3
1500	1489.2
1600	1492.1
1700	1494.7
1800	1496.3
1900	1497.6
2000	1498.5

T=602,4K
[SO₂Cl₂]=0,02M

Figura 1. Corrida típica para la descomposición del $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$.

El programa registra la presión total del sistema gaseoso, a medida que avanza la reacción. A través de estos valores y la estequiometría, es posible calcular las presiones parciales de los participantes en la reacción. Una vez analizados los resultados experimentales, se concluye que la reacción es de primer orden. En la Figura 1 se muestra una corrida típica, en las condiciones que se muestran. Allí se observa la evolución de la P total en función del tiempo:

2) Reacción: $\text{H}_2\text{O}_2(\text{ac}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$ (Washburn, 2003)

Condiciones y velocidades específicas utilizadas:

$$T = 313,1\text{K} \quad ; \quad k = 0,0079\text{min}^{-1}$$

$$T = 343,1\text{K} \quad ; \quad k = 0,0588\text{min}^{-1}$$

Las concentraciones permitidas para el $\text{H}_2\text{O}_2(\text{ac})$ son 0,1 y 0,05M. Se supone que la presión atmosférica es de 760torr y el valor 100mL de la bureta coincide con el nivel del agua en la cuba neumática.

La reacción 2 se sigue volumétricamente, con un aparato como el que se muestra en la Figura 2, donde se muestra una corrida típica, en las condiciones que se indican en el dibujo.

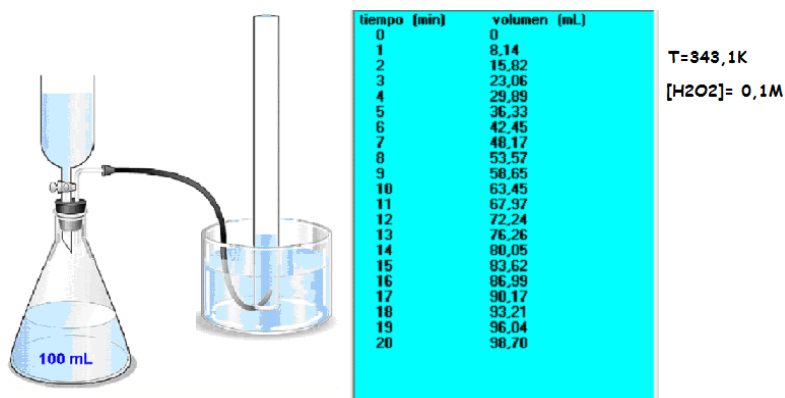


Figura 2. Corrida típica de la descomposición del $\text{H}_2\text{O}_2(\text{ac})$.

La reacción es de primer orden. En este caso se trata de un experimento integrador, ya que para el cálculo de la presión a la cual está sometido el O_2 se requiere manejar el concepto de presión de vapor y leyes de los gases.

3) Reacción: $2 \text{N}_2\text{O}(\text{g}) \leftrightarrow 2 \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ (Hinshelwood, 1924)

Condiciones y velocidades específicas utilizadas:

$$T = 1030\text{K} \quad ; \quad k = 0,77\text{M}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$T = 1085\text{K} \quad ; \quad k = 3,93\text{M}^{-1}\text{s}^{-1}$$

Las concentraciones permitidas para el $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ son 0,01 y 0,008M. La reacción ocurre en medio NaOH 0,4M.

En la simulación se utiliza un equipo semejante al de la reacción 1 y una corrida típica se muestra a continuación en la Figura 3.

tiempo (s)	presión (torr)
0	676,4
10	771,8
20	825,0
30	859,0
40	882,6
50	899,9
60	913,2
70	923,6
80	932,1
90	940,2
100	946,0
110	951,0
120	955,3
130	959,0
140	962,3
150	965,2
160	967,8
170	970,2
180	972,3
190	974,3
200	976,1

T=1085K
[N2O]= 0,01M

Figura 3. Corrida típica de la descomposición del $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$.

Como en el caso de la reacción 1, la presión total registrada y la estequiometría permiten calcular las presiones parciales de los participantes.

La reacción resulta de segundo orden.

4) Reacción: $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COCH}_3(\text{l}) \leftrightarrow 2\text{CH}_3\text{COCH}_3(\text{l})$ (Karloff, 1927).

La reacción de descomposición del alcohol diacetónico se sigue por dilatometría, debido a la gran diferencia de densidad entre las dos sustancias: el alcohol diacetónico (ADA) 0,931 y la acetona 0,788g/mL. Se agregan 2,45 ó 4,90mL del alcohol ($M_r=116,161\text{g/mol}$) a una solución 2M de KOH, a fin de completar 50mL que se colocan en el dilatómetro. Se trabaja a 25°C y el aparato utilizado se muestra en la Figura 4:

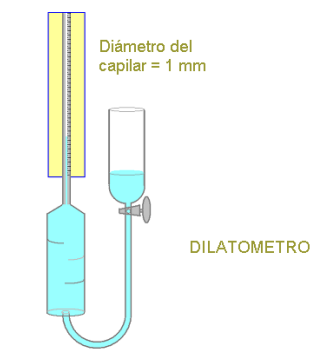


Figura 4. Aparato de dilatometría para estudiar la descomposición del ADA.

Los resultados de una corrida típica, con 2,45mL de alcohol se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Corrida típica en el dilatómetro para la descomposición del ADA.

Tiempo(s)	mm capilar	mm increm.	g ADA consumidos	Moles ADA consumidos	Moles ADA remanente	Ln[ADA]
0	4,0	0,0	0	0	0,01964	-3,93
18	13,6	9,6	0,6269	0,005397	0,01424	-4,25
36	20,7	16,7	1,0859	0,009348	0,01029	-4,58
54	25,8	21,8	1,4166	0,012195	0,00744	-4,90
72	29,4	25,4	1,6549	0,014247	0,00539	-5,22
90	32,1	28,1	1,8268	0,015726	0,00391	-5,54
108	34,0	30,0	1,9505	0,016791	0,00284	-5,86
126	35,3	31,3	2,0384	0,017548	0,00209	-6,17
144	36,3	32,3	2,1054	0,018125	0,001514	-6,49
162	37,4	33,4	2,1758	0,018731	0,000908	-7,00

Se trata de una reacción de primer orden. En cada punto se puede calcular la cantidad de acetona como sigue: por cada gramo de descomposición del alcohol diacetónico, el volumen aumenta 0,143mL (0,931-0,788). Como el capilar es de 1mm² de sección, por cada 14,3mm de dilatación se forma 1g de acetona. En la Figura 5, se muestra la gráfica de Ln[ADA] en función del tiempo(s). La recta obtenida, confirma que se trata de una reacción de primer orden.

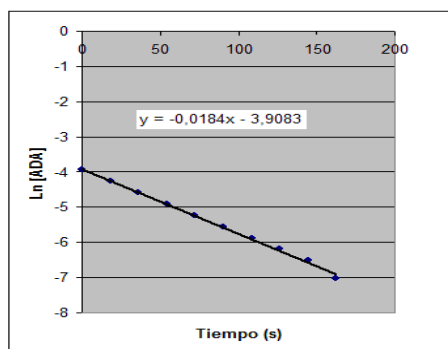


Figura 5. Gráfica del Ln[ADA] vs tiempo.

La pseudo constante de primer orden obtenida es $k' = 0,0183s^{-1}$. Esta constante es $k \cdot [HO^-]$. La $[HO^-]$ se considera constante a lo largo de las experiencias. El orden respecto de la $[ADA]$ puede obtenerse también a través de la velocidad inicial (Casado, López-Quintela, Lorenzo-Barral, 1986). En Figura 6, se muestran los gráficos de concentración vs tiempo (en segundos*0,1). Si se ajusta la curva con un polinomio (Baggio, 2011), por ejemplo de 3er grado, es posible calcular la velocidad inicial como la pendiente de la recta tangente a la curva en el punto $t=0$. Para ello se calcula el valor de la derivada de la curva en el punto de interés, cuyo valor resulta ser la pendiente de la recta en ese punto. Los valores $-0,0033$ y $-0,0065mol/s$ que se obtienen y que coinciden con el coeficiente de primer orden del polinomio, muestran que la velocidad se duplica al duplicar la concentración inicial. Eso nos corrobora que en la expresión de la velocidad la $[ADA]$ está a la primera potencia.

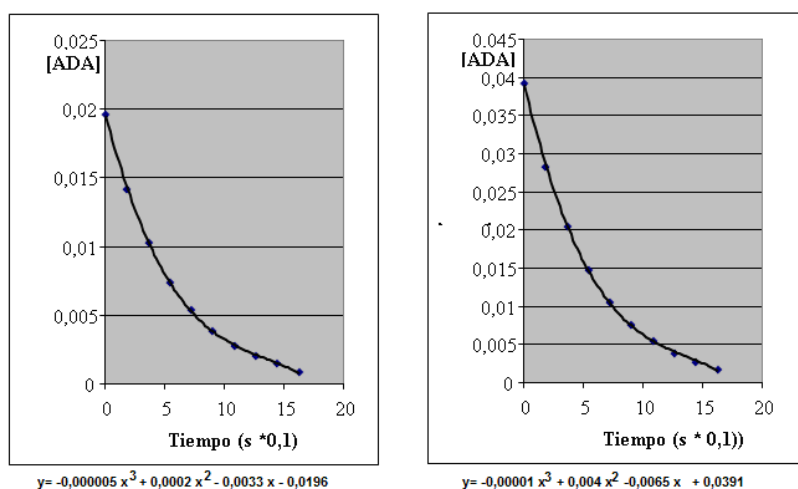
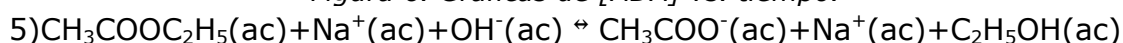


Figura 6. Gráficas de $[ADA]$ vs. tiempo.



(Findlay, 1955).

La cinética se sigue en este caso a través de medidas de conductividad. Inicialmente la conductividad del sistema estará dada por la conductividad del NaOH y al final por la del acetato de sodio e hidróxido, en caso que éste se encuentre en exceso. Se estudia la influencia de ambos reactivos y se utiliza el método de las velocidades iniciales. Se podrá trabajar a dos temperaturas diferentes para calcular energía de activación.

La conductancia específica de las soluciones fue estimadas a través de la ecuación y los parámetros que se dan en Dean (1985).

Para calcular la composición, conocida la conductancia específica, es una aproximación razonable suponer que las conductancias de los componentes se mantienen constantes en el rango de variación de concentraciones.

La celda utilizada tiene una constante igual a $1cm^{-1}$, por lo que la inversa de la resistencia (que es lo que se mide en el puente de Wheastone) nos da la conductancia equivalente de la solución. Esta conductancia será $N_A \cdot C_A + N_B \cdot C_B$ donde N son normalidades y C conductancias específicas.

En la Figura 7 se muestra un croquis del puente de Wheastone utilizado. En el dibujo se indica R_x como la resistencia de la celda que se quiere determinar, siendo R_1 , R_2 y R_3 , resistencias de valores conocidos. Además, R_3 es una resistencia variable. Si la relación de las dos resistencias del brazo conocido (R_1/R_2) es igual a la relación de las dos resistencias del brazo desconocido (R_x/R_3), el voltaje entre los puntos medios será nulo y no circulará corriente entre los puntos C y B. Para efectuar la medida, se varía la resistencia R_3 hasta que no pase corriente por el galvanómetro.

En la condición de equilibrio se verifica que $R_x = R_1 \cdot R_3 / R_2$.

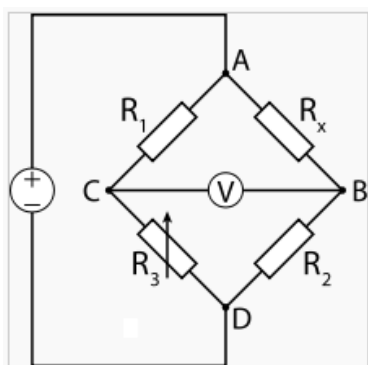


Figura 7. Croquis del puente de Wheastone utilizado.

Una corrida típica se muestra en la Tabla 2, donde se indican los valores de conductividad específica obtenidas y las concentraciones calculadas, a largo del tiempo.

Tabla 2. Una corrida para concentraciones de acetato de etilo e hidróxido de sodio 0,01M a 25°C.

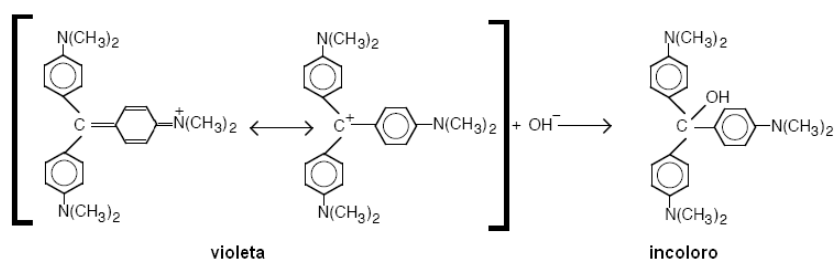
T = 25°C [Acetato etilo] = 0,0100 M [NaOH] = 0,0100 M			
Tiempo (m)	[AcEt]	Cond.Esp (Ohm ⁻¹ cm)	Resistencia (Ohm)
0,00	0,0100	0,00236	445,6
1,80	0,0090	0,00221	474,2
4,05	0,0080	0,00207	507,5
6,95	0,0070	0,00192	546,4
10,80	0,0060	0,00177	592,5
16,21	0,0050	0,00162	647,7
24,31	0,0040	0,00147	715,3
37,82	0,0030	0,00131	799,8
64,83	0,0020	0,00116	908,5
145,87	0,0010	0,00100	1054,1
infinito	0,0000	0,00086	1219,5

La reacción resulta de segundo orden (primer orden en cada reactivo) con constantes: $k_{18} = 3,98 \text{ min}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$, $k_{25} = 6,17 \text{ min}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$.

Para determinar el orden en cada reactivo se miden las velocidades iniciales. Para ello se grafican los puntos de concentración vs. tiempo y se ajusta un polinomio de grado 2 ó 3. Luego, se calcula la pendiente de la recta tangente en el punto $t=0$, cuyo valor resulta ser la velocidad inicial.

6) Descomposición del violeta cristal en medio alcalino (Corsaro, 1964).

La reacción puede representarse de la siguiente manera, donde se muestran también los colores de las soluciones de las especies intervinientes:



La contribución al híbrido de resonancia del violeta cristal (VC) de la segunda estructura en el corchete, sugiere una deficiencia de electrones en el C terciario y se esperaría un ataque por parte del ión hidróxido, formando el derivado carbinólico, que es incoloro, ya que se destruye la conexión de la conjugación entre los tres ciclos aromáticos.

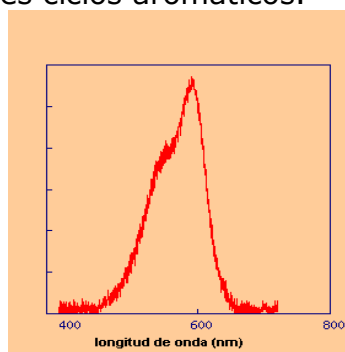


Figura 8. Espectro visible del Violeta Cristal.

En la Figura 8 se muestra el espectro de absorción en el visible del violeta cristal, con un máximo de absorción en 590nm. A esa longitud de onda, el coeficiente de extinción molar tiene valores dispares en la literatura. En la presente simulación se toma $\epsilon = 7,55 \cdot 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$.

La ley de velocidades es

$$V = k \cdot [\text{VC}] \cdot [\text{HO}^-]$$

A fin de determinar el orden de reacción de cada reactivo, se procederá a trabajar con altas concentraciones de KOH (relativas al VC) para determinar el de este último y luego se repetirán experiencias variando la $[\text{HO}^-]$ para determinar el orden del mismo. Existe la posibilidad de trabajar a diferentes temperaturas para determinar la energía de activación de la reacción.

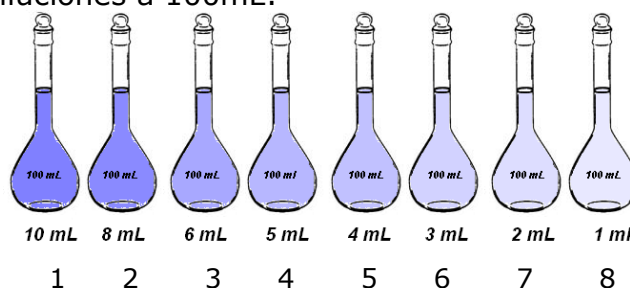
Durante las experiencias se seguirá la variación de la $[\text{VC}]$, midiendo la absorbancia en un espectrómetro de doble haz, con celdas de paso=1 cm. Previamente se procederá a determinar la curva de calibración Absorbancia vs. $[\text{VC}]$. En cada experiencia se determinará $k' = k \cdot [\text{HO}^-]$, de donde fácilmente se obtendrá k . En las experiencias cinéticas se tomarán 10mL de

una solución de álcali que se diluyen a 50mL, con agua y por otro lado, se hace lo mismo con una solución de VC de concentración $6,96 \cdot 10^{-5}M$. Las dos soluciones se mezclan, disparándose el reloj en ese momento. De esta operación resulta que tanto el álcali como el VC, se diluyen 10 veces. Los datos que utiliza el programa se listan a continuación (la concentración de KOH, es previa a la dilución) en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos para el estudio cinético de la descomposición del VC.

KOH, M	$k' = k \cdot [HO^-]$			
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C
0,033	0,0180	0,0263	0,0377	0,0535
0,050	0,0290	0,0399	0,0570	0,0828
0,083	0,0474	0,0651	0,0931	0,1334

Para determinar la curva de calibración se trabaja con una solución madre, cuya concentración, que se muestra en cada caso en el programa, varía entre ciertos valores. Se toman los volúmenes que se indican en la figura y se realizan las diluciones a 100mL:



Los valores que se obtienen de Absorbancia, tanto en la calibración como en las cinéticas, se graban en un archivo de texto, llamado *viol_res.txt*. El archivo es de tipo "append", por lo que se va grabando a continuación de lo ya existente, sin borrar lo anterior. A fin de evitar confusiones, antes de cada conjunto de datos se imprime la fecha y la hora. Resulta conveniente, cada tanto, limpiar el archivo.

Consideremos los valores a 40°C de las constantes de velocidad k'_1 y k'_3 resultan $0,1332$ y $0,0533 \text{min}^{-1}$, respectivamente. Para el cálculo de k se procede así: la constante k'_3 resulta $0,0533 \text{min}^{-1}$. Como $k' = k \cdot [HO^-]$, se determina k y el orden respecto del ion hidróxido haciendo los cocientes:

$[HO^-]_1/[HO^-]_3 = 0,0083/0,0033 = 2,515$; $K'_1/k'_3 = 0,1332/0,0533 = 2,50$ lo que muestra que el exponente de la concentración de iones hidróxido debe ser 1. Con esto se determina la ley de velocidades, que a 40°C es:

$$V = k \cdot [VC] \cdot [HO^-]$$

con $k = 16,05 \text{ M}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

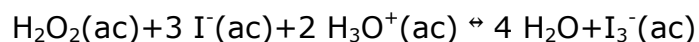
En el cuadro se indican los valores de k a las otras temperaturas

Temperatura °C	25	30	35	40
$k : \text{M}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	5,71	7,37	11,22	16,05

Con los valores de k , a diferentes temperaturas, se puede calcular la energía de activación de la reacción, a través de la ecuación de Arrhenius.

7) Reacción: $H_2O_2(ac) + 3 I^-(ac) + 2 H_3O^+(ac) \leftrightarrow 4 H_2O + I_3^-(ac)$ (Shurvell, 1967)

La presente simulación muestra la determinación de la cinética de una reacción química, tipo reloj. Se trata de la simulación de la reacción entre el agua oxigenada, los iones yoduro y los iones hidronios, que reaccionan según:



La cinética de esta reacción es complicada y la ley de velocidades sugiere que la reacción puede proceder por dos caminos independientes (King, 1964):

$$d[\text{I}_3^-]/dt = k_2 \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot [\text{I}_3^-] + k_3 \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot [\text{I}_3^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Si los iones yoduro e hidronio, se encuentran inicialmente en gran exceso, su concentración se puede considerar constante a lo largo de toda la reacción, con lo que la ley de velocidades se transforma en:

$$d[\text{I}_3^-]/dt = k_1 \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \quad \text{donde } k_1 = k_2 \cdot [\text{I}_3^-] + k_3 \cdot [\text{I}_3^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$$

En esta simulación se determinará k_1 . Inicialmente se selecciona una temperatura. Pulsando sucesivamente las teclas superiores, a la derecha, se irán incorporando al recipiente de reacción el agua y las soluciones de KI, H_2SO_4 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ y las gotas de almidón. Finalmente, se agrega el H_2O_2 , cuya concentración real aparece en la ventana **M real**. Desde ese momento comienza a correr el reloj. Mientras aparezca el cartel "en ejecución" se deberá agregar solución de tiosulfato después de cada cambio de color. Se registran los tiempos en los cuales se producen estos.

En la Figura 9 se muestra una imagen de la pantalla donde se ven las teclas a las que se hacía referencia.

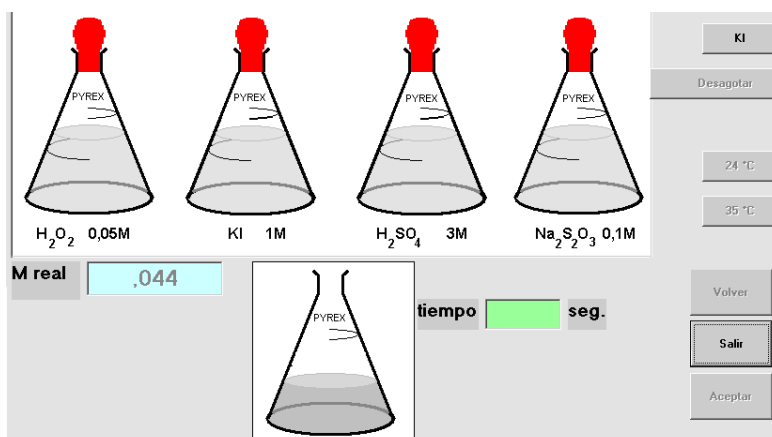


Figura 9. Pantalla del programa para realizar la reacción.

Una vez registrado todos los datos, se repite la reacción a la otra temperatura disponible. La reacción resulta de primer orden con respecto al agua oxigenada.

CONCLUSIONES

El uso de simulaciones se presenta como una interesante alternativa para complementar las actividades de laboratorio, teoría y problemas en los cursos de química general. En el caso particular de cinética química, algunos de los programas fueron utilizados corrientemente en nuestros cursos regulares de química general para la licenciatura de ciencias biológica en la UNPSJB. En particular las reacciones 2 y 6 fueron

particularmente útiles para nuestros alumnos ya que les facilitan la comprensión de las actividades, que sobre esos temas, realizan en el laboratorio o clases de problemas. Al simular experiencias en el aula o en sus casas, que no ejecutaron en el laboratorio, se genera en muchos de ellos nuevas preguntas hacia los docentes, ampliando de esa manera la mejor comprensión del tema. Las actividades con simulaciones de prácticos de laboratorio se complementan en el proceso de aprendizaje, con la guía digital de problemas sobre el tema cinética química (Baggio, 2012) Paralelamente al uso en nuestros cursos, estos y otros programas son regularmente presentados por el autor en talleres que dicta en distintas universidades para profesores universitarios, alumnos de profesorado y docentes de escuela media, los cuales tienen generalmente una buena acogida. Los realizados durante los últimos años se listan en la bibliografía (Baggio, 2020).

Una copia de los instalables de algunos de los programas conjuntamente con las guías para el alumno se encuentra disponible, sin cargo, para los lectores interesados que se lo soliciten al autor por correo electrónico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akerlof, G, (1927). Decomposition of Diacetone Alcohol Alkali Hydroxide Solutions, *Journal of American Chemical Society*, 49(12), 2955-2981

Baggio, S. (2018). Líquidos y soluciones: complementos informáticos para un curso de química general. *Educación en la Química*, 24(2), 137-154.

Baggio, S. (2020). Simulaciones computacionales como estrategia para la enseñanza de la química, Taller de 24 hs en la Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, 2018; El Rol de los juegos en el aprendizaje de la química: Uso de herramientas informáticas para su implementación, REQ XVIII, Universidad Nacional del Río IV, Río IV, Córdoba, Agosto 2018; Las Simulaciones como un Elemento Integrador en Cursos de Química Básica Taller de 20 hs reloj, Universidad Nacional de la Patagonia Austral Río Gallegos, Santa Cruz, Octubre 2019; Las Simulaciones como un Elemento Integrador en Cursos de Química Básica: Conferencia Virtual, Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica, Marzo 2020.

Baggio, S. (2011). Programa Aj_Pol_n. Resultados no publicados.

Baggio, S. (2012). Una guía digital de problemas para un curso de química general. *Educación en la Química*, 18(2), 103-110.

Bender, G., Cutrera, G., y Defago, A. (2007). Cinética química y analogías: un análisis de las propuestas de enseñanza. *I Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*, La Plata 18-19 de octubre de 2007.

Birk, J. B. (1976), Coffee Cup Kinetics, *Journal Chemical Education*, 53,3, 195-196.

Blickensderfer, R. (1990). Learning Chemical Kinetics with Spreadsheets. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 9,4, 35-43.

- Bykov, V.I., Elokhin, V.I., Gorban, A.N., & Yablonskii, G.S. (1991). Kinetics models of catalytic reactions. En R.E. Compton (Ed.), *Comprehensive chemical kinetics* (pp. 47-81). Amsterdam: Elsevier.
- Casado, J., López-Quintela, M.A., & Lorenzo-Barral, F.M. (1986). The initial rate method in chemical kinetics. *Journal Chemical Education*, 63, 450-451.
- Chang, R. (2010). *Química*, McGraw-Hill.
- Corsaro, G. (1964). A Colorimetric Chemical Kinetics Experiment. *Journal Chemical Education*, 41,1,48-50.
- Cortés-Figueroa, J. E., Pérez, W. I., López, J. R. y Moore-Russo, D.A. (2011). An Analogy Using Pennies and Dimes to Explain Chemical Kinetics Concepts, *Journal of Chemical Education*, 88(7), 932-936.
- Davenport, D. A. (1975), Capillary Flow, *Journal Chemical Education*, 52(6), 379-381.
- Dean, J. A. (1985). *Lange's Handbook of Chemistry*. Nueva York: McGraw Book Co.
- Escamilla, J. (2000). *Selección y uso de tecnología educativa*. México: Trillas.
- Findlay, A. (1955). *Prácticas de Físicoquímica*. Buenos Aires: Editorial Médico-Quirúrgica.
- Frost, A. A. y Pearson, R. G. (1961). *Kinetics and Mechanism*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Hinshelwood, C. N. y Burk, R. E. (1924). The homogeneous thermal decomposition of nitrous oxide. *Royal Society of London*, 106, 284-291.
- King, E. L. (1964). *How Chemical Reactions Occur*. Nueva York: W. A. Benjamin.
- Kurt, S. y Ayas, A. (2012). Improving students' understanding and explaining real life problems on concepts of reaction rate by using a four step constructivist approach, *Turkey, Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(2), 979-992.
- Laidler, K. J. (1988). Rate-controlling step: A necessary or useful concept? *Journal Chemical Education*, 65, 250-254.
- Laidler, K. J. (1987). *Chemical kinetics*. Nueva York: Harper & Row.
- Paredes, J. y Molina, M. (2019). Enseñanza de la cinética química por medio de simulaciones y aprendizaje activo. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 45, 71-88.
- Shurvell, H. F. (1967). The kinetics of an ionic reaction, *Journal Chemical Education*, 44(10), 577-578.
- Smith, D. F. (1925). The rate of thermal decomposition of sulfuryl chloride. a first-order homogeneous gas reaction. *Journal of American Chemical Society*, 47(7), 1862-1875.

Useda, P. L. y Castañeda, M. A. G. (2015). El ambiente digital en la comunicación, la actitud y las estrategias pedagógicas utilizadas por docentes. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 37, 109-129.

Washburn, E. W. (2003). *International Critical Tables*. Knovel.

Innovación para la Enseñanza de la Química

ENSEÑANDO INMUNOQUÍMICA EN TIEMPOS DE PANDEMIA

Maria Belen Sarratea

1-Cátedra de Inmunología, Departamento de Microbiología, Inmunología, Biotecnología y Genética, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

E-mail: mbsarratea@ffyb.uba.ar

Recibido: 04/10/2020. Aceptado: 23/03/2021.

Resumen. A punto de empezar las clases nos vimos atravesados por una pandemia global que resultó en una cuarentena obligatoria. Se cerraron las aulas y los docentes nos encontramos frente a una situación donde las tecnologías de la información y la comunicación fueron nuestras únicas herramientas. En esta situación inesperada, nos vimos forzados a enseñar sin presencialidad. Este relato pretende reflexionar sobre la experiencia de enseñanza virtual universitaria de inmunoquímica en el contexto de la pandemia del COVID-19. Se resumen aquí una serie de consideraciones y consejos para tener en cuenta. Si bien nos encontramos en una situación transitoria y todavía nos queda mucho para aprender, estas tecnologías educativas llegaron sin duda para formar parte de nuestros futuros cursos.

Palabras clave. enseñanza virtual, pandemia, inmunoquímica, docencia universitaria.

Teaching Immunochemistry in the time of a pandemic

Abstract. Just before starting teaching our courses we were hit by a global pandemic that resulted in a mandatory lockdown. Classrooms were closed and we as teachers found ourselves in a situation where information and communications technology were our only tools. In this unexpected situation, we have been enforced to teach without a face-to-face environment. This article aims to analyze the experience of virtual education of immunochemistry in the context of the COVID-19 pandemic. A series of considerations and tips to bear in mind are summarized here. Although we are facing a transitory situation and we still have a lot to learn, these educational technologies will undoubtedly be part of our future courses.

Keywords. virtual education, pandemic, immunochemistry, university teaching.

INTRODUCCIÓN

La situación de la pandemia y el “*distanciamiento*” nos obligó a emplear recursos digitales como medio único para enseñar. Bajo este contexto, el aula se volvió invisible y los docentes nos encontramos ante un gran desafío: cómo enseñar de manera virtual. Con poca preparación, nos vimos forzados a empezar una cursada con un cronograma que se fue



ensamblando sobre la marcha, donde desconocíamos si se volvería a la presencialidad, pero dando sin duda nuestro mejor esfuerzo.



Este relato pretende reflexionar sobre la enseñanza virtual en el contexto de la universidad. Las reflexiones que aquí se relatan surgen de la experiencia docente en los cursos de Inmunología de Farmacia e Inmunología de Bioquímica, de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA.

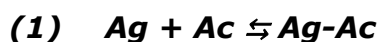
Este trabajo comienza con una breve explicación de la inmunoquímica. A continuación, se presentan consideraciones a la hora de pensar la programación de cursos de inmunoquímica en la modalidad virtual y se discuten algunas estrategias didácticas mediadas por tecnologías revisando sus ventajas y limitaciones. Al final, se encontrará un resumen de las ideas principales abordadas en el texto.

¿QUÉ ES LA INMUNOQUÍMICA?

La inmunoquímica se basa en el estudio de la reacción Antígeno (Ag) – Anticuerpo (Ac). Los anticuerpos son glicoproteínas producidas por el sistema inmune que reconocen de manera específica a un antígeno. Un antígeno es una molécula que puede ser reconocida por el sistema inmune

como puede ser una proteína de la membrana externa de un virus o una toxina bacteriana.

Cuando una molécula de anticuerpo se une específicamente a una molécula de antígeno *in vitro* ocurre lo que denominamos reacción primaria. Esta es una reacción reversible típica entre macromoléculas donde intervienen fuerzas de tipo no covalentes lo que permite la asociación y disociación del complejo inmune. Se puede representar mediante la siguiente ecuación:



Como toda reacción de equilibrio químico, se puede calcular una constante de asociación (K). Para antígenos con un solo sitio de unión al anticuerpo, el valor de K puede calcularse determinando las concentraciones de cada uno de los reactivos en el equilibrio, como se indica a continuación:

$$(2) \quad K = \frac{[AgAc]}{[Ag][Ac]}$$

A su vez, una molécula de anticuerpo puede unir una segunda molécula de antígeno. Aquellos antígenos que poseen varios sitios de unión, en presencia de anticuerpos específicos, pueden formar "redes" de Ag-Ac y dar reacciones de tipo visualizables. Estas reacciones se denominan reacciones de interacción secundaria.

Las técnicas inmunoquímicas se basan en ensayos donde se pone evidencia antígenos o anticuerpos. Las reacciones visualizables o de interacción secundaria pueden ser precipitaciones (si el antígeno es soluble) o aglutinaciones (si el antígeno es "particulado", por ejemplo, un glóbulo rojo). Para evidenciar reacciones de interacción primaria, al ser no visualizables, se recurren a marcas como fluorocromos, enzimas o radionucleidos. Las técnicas inmunológicas son de gran importancia en el diagnóstico bioquímico y en la detección de moléculas específicas en investigación e industria.

CONSIDERACIONES EN LA PROGRAMACIÓN DE UN CURSO VIRTUAL

Las preguntas claves que debemos plantearnos los docentes son: a *quiénes* les enseñamos, *qué* contenidos de inmunoquímica queremos que los estudiantes aprendan y *cómo* lo logramos en el contexto de la pandemia.

Está claro que nuestros alumnos en su conjunto son como una mezcla heterogénea, es decir, que hay varios componentes y cada uno de ellos mantiene su identidad y propiedades únicas. ¿Qué importancia tiene esto en un curso virtual? Cada estudiante trae consigo competencias digitales distintas (San Nicolás, Fariña Vargas y Area Moreira, 2013). A algunos les resultará más sencillo una plataforma y a otros no tanto. Unos serán más rápidos para tipear, otros serán más lentos. Incluso los dispositivos electrónicos que disponen serán diferentes, algunos accederán al contenido desde la computadora y otros utilizarán el celular u ambos. En este sentido,

es importante que estemos abiertos a la flexibilidad y que generemos un espacio de contención. Por ello, se recomienda habilitar un foro o una casilla de email que sirva como medio de comunicación con el estudiantado.

ESTRATEGIAS ELEGIDAS EN EL CURSO DE INMUNOQUIMICA

Para el dictado de la asignatura se implementó una estrategia de cursada que combinó la clase invertida (Lage, Platt y Treglia, 2000) con el aprendizaje basado en problemas (Torp y Sage, 1999). Semanalmente, los estudiantes recibían la clase en formato de video junto con ejercicios a resolver y entregar antes del encuentro sincrónico.

Clase invertida

La clase invertida implicó presentar el contenido a los alumnos en un formato multimedia. Esta etapa asincrónica dio la libertad al estudiante para acceder al contenido acorde a sus tiempos, hecho que fue muy bien recibido por los mismos. Además, permitió emplear el espacio sincrónico para resolver dudas, resaltar conceptos y profundizar en temas de interés.

Es importante remarcar que la clase en formato video debe ser equilibrada en la relación contenido: tiempo. Ya que videos muy largos pueden generar sobrecarga en los estudiantes. En este sentido, es transcendental que el docente sepa qué contenido es el que quiere transmitir.

Se debe prestar especial atención a la selección criteriosa de los contenidos (Lorenzo, 2018), pero no solo en la generación de material audiovisual sino también en la creación de nuevas actividades, de modo de no sobrecargar a los alumnos.

Aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas representa una estrategia muy utilizada en inmunoquímica. Se basa en plantear un problema real o ficticio donde los alumnos tienen que aplicar conocimientos para solucionarlo. Es importante crear problemas que sean *motivantes* (Huertas, Ardura y Nieto, 2008), es decir, que busquen estimular en los alumnos el deseo de saber. Esto se puede lograr introduciendo temas actuales que activen la curiosidad como por ejemplo la pandemia actual por coronavirus. Un ejercicio utilizado en los cursos fue el diseño de inmunoensayos para detectar anticuerpos en el suero de pacientes infectados con SARS-CoV-2 o realizar análisis sobre las constantes de afinidad de anticuerpos monoclonales que se están ensayando en terapia contra COVID-19.

El control de "asistencia" se reemplazó con la entrega de los ejercicios problema. Estos ejercicios fueron resueltos por los alumnos y corregidos por los ayudantes. De esta manera, cada alumno contó con una corrección personalizada. Según las encuestas anónimas de fin de cursada, a los estudiantes les resultó muy útil este tipo de correcciones (76 alumnos de un total de 87 que completaron la encuesta).

Parte de la tarea docente consistió en la corrección de problemas y la generación de comentarios de retroalimentación basados en los errores detectados. Esta dinámica de corrección a demanda debe ser balanceada con mucho cuidado en función del tiempo disponible, ya que es muy sencillo entrar en un ciclo de sobrecarga de actividades por parte del plantel docente.

Es por esto, que queremos remarcar la importancia de la planificación. De esta manera, recomendamos a los docentes que pueden asignar momentos de corrección, momentos de preparación de material audiovisual y por último pero no menos importante, momentos de descanso.

Encuentros sincrónicos por videoconferencia

Los encuentros sincrónicos se llevaron a cabo empleando plataformas de videoconferencias. Estos consistieron según la asignatura en la resolución conjunta de los ejercicios problema o en una breve introducción teórica y la división en salas con los ayudantes para trabajar sobre actividades. Estos espacios tenían como objetivo la revisión, resolución de dudas y el trabajo sobre el error.

En cuanto a la planificación de la ejercitación, se debe destacar que la *cantidad no hace la calidad*. Cuando la propuesta de actividades incluyó muchos ejercicios, el resultado fue negativo. No sólo consumió varias horas de corrección sino que el encuentro sincrónico virtual terminó siendo largo y cansador. Por eso, se recomienda diseñar propuestas de actividades que sean factibles de analizar en los encuentros sincrónicos o al menos tener delimitados de antemano una selección de ejercicios a discutir, focalizándose en aquellos que utilicen distintos grados de habilidades cognitivas (Katz, 1996) y puedan resultar significativos.

En la presencialidad, los ejercicios siempre se explicaron con tiza y pizarrón. En cambio, la virtualidad lo permutamos por presentaciones o esquemas generados en pizarras virtuales. Si bien armar una presentación consume tiempo, tiene la ventaja de que uno puede jugar con distintas representaciones. Así, se puede incluir esquemas (Figura 1.A), gráficos o incluso fotos reales. Esto último es muy importante el contexto de la modalidad virtual debido a la ausencia de trabajos prácticos. El uso de imágenes o videos es una manera mostrativa de acercar una representación verosímil de las técnicas inmunoquímicas para los estudiantes de bioquímica y farmacia. En la Figura 1.B se muestra el esquema de reactivos y una fotografía de cómo se visualizaría una reacción de aglutinación de glóbulos rojos. Cuando no hay aglutinación, los glóbulos rojos sedimentan en forma de "botón", esto se da a bajas concentraciones de anticuerpos.

La mayor desventaja del encuentro por videoconferencia fue el hecho de no siempre ver a los estudiantes, ya que la gran mayoría no prendía su cámara. Esta pérdida del lenguaje no verbal fue el mayor obstáculo para los docentes porque nos faltaban las miradas, las reacciones espontáneas del cuerpo que nos revelan si el alumno está atento, si está perdido, cansado o

todas aquellas percepciones que nos da la presencialidad. Por ello, recomendamos fomentar a los alumnos el uso del micrófono o del chat para poder recuperar algo de *feedback*. Otra estrategia que resulto muy útil para fomentar la participación fue dividir a la clase en grupos más pequeños y luego volver a salas generales para debatir entre todos.

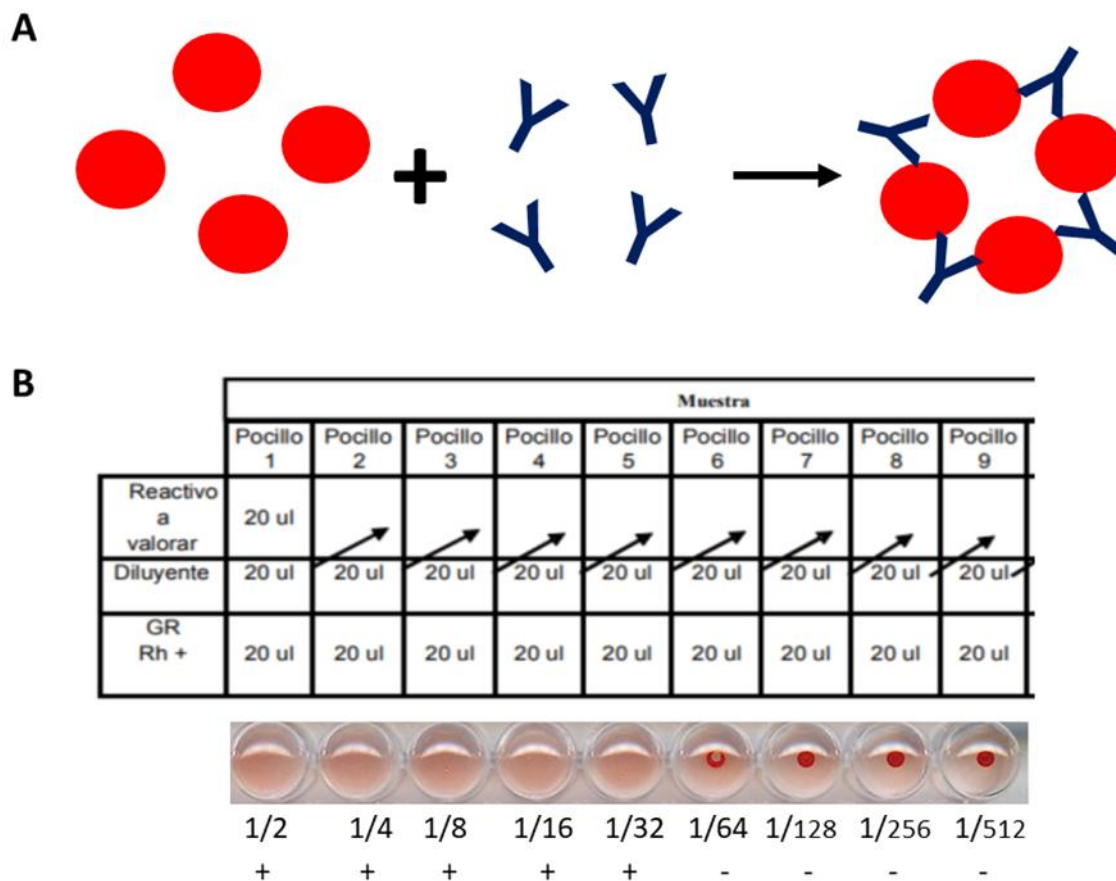


Figura 1. Ejemplo de representaciones utilizadas en inmunoquímica.

A. Esquema representativo de una reacción de interacción secundaria. Antígenos (círculos rojos) y anticuerpos (representado por "Y" azules) se unen formando una "red" de Ag-Ac (producto).

B. Valoración de una aglutinación de glóbulos rojos. Esquema de reacción (panel superior), fotomontaje de reacciones de aglutinación positivas y negativas (panel intermedio), diluciones y categorización del resultado obtenido (panel inferior).

Otro aspecto para atender en el encuentro virtual es evitar caer en la fatiga del Zoom o "Zoom fatigue" (Wiederhold, 2020). Esto se da porque hay un pequeño retraso entre la acción de una persona y la observación del participante. Si bien sucede en tiempo real, hay una pequeña asincronía de milisegundos que nuestro cerebro corrige inconscientemente. Esto sumado a la pérdida de la gesticulación corporal y la atención que consume el uso del chat hace que los encuentros virtuales sean más cansadores. Lo que se

recomienda es planear intervalos en la clase para descansar la vista de la pantalla y limitar los tiempos de videoconferencia.

Algo destacable de nuestra asignatura, es que la clase siempre cuenta con un *equipo* docente (pueden ser cinco o más educadores). Esto en la virtualidad trae varias ventajas. Por un lado, el hecho que haya distintas voces en la clase ayuda mucho a mantener la atención de los alumnos y además nos da distintas puertas de entradas al conocimiento. Por otro lado, puede ocurrir que por un desperfecto algún docente quede "sin conexión", al ser varios nos aseguramos de que siempre haya alguno detrás de la pantalla. Además, permite que mientras uno está más concentrado compartiendo una diapositiva y hablando por su micrófono, otro preste más atención al chat, por ejemplo.

Finalmente, una experiencia que resultó muy interesante fue armar actividades donde los estudiantes fueron los expositores. Para nuestra sorpresa, los alumnos se desarrollaron de manera estupenda usando el lenguaje y los recursos audiovisuales adecuados. En este caso, el rol del docente fue fundamental para acompañamiento y guía. Esta actividad transformó a la clase centrada en la enseñanza en una clase centrada en el aprendizaje. Por nuestra experiencia, sostenemos que este tipo de actividades son muy enriquecedoras en el contexto universitario.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En el contexto actual, el diseño de propuestas de enseñanza en la modalidad virtual resulta un desafío. A lo largo del texto hemos descripto las estrategias mediadas por tecnologías utilizadas para la enseñanza de inmunoquímica. Para cada estrategia utilizada pudimos encontrar ventajas y desventajas que se encuentran resumidas en la Tabla 1.

La situación actual la podemos describir como un *salto cuántico* de una enseñanza *in vivo* a una *in silico*. En esta transición es indispensable que nosotros como formadores aprendamos a utilizar nuevas tecnologías y las vayamos incorporando dentro de estrategias de enseñanza. Estas tecnologías educativas no serán transitorias sino que llegaron para revolucionar y asentarse dentro de nuestros cursos. Si bien puede haber defectos, lo importante es estar atentos y poder redireccionar nuestras prácticas en búsqueda de una mejor enseñanza.

Tabla 1. Resumen de Estrategias didácticas

Estrategia	Ventajas	Limitaciones	Recomendación
Foro de soporte o casilla de email	-Provee un medio de comunicación con los estudiantes.	-Demora en respuesta.	-Debe ser revisado con frecuencia.
Clase Invertida a través de videos	-El estudiante tiene acceso a la clase en cualquier horario.	-Requiere la generación de nuevo contenido audiovisual por el docente. -Puede resultar en una sobrecarga de contenidos si el video es muy largo.	-Selección criteriosa de contenido a grabar.
Aprendizaje basado en problemas- Entrega y corrección de ejercicios	-Corrección personalizada de los ejercicios	-Requiere repensar ejercicios que se adecuen al tiempo disponible. -Tiempo de corrección	-Armar ejercicios motivantes y con distintos grados de habilidades cognitivas -Planificación, asignación de horarios de corrección
Encuentros sincrónicos a través de videoconferencia	-Espacio para revisión y resolución de dudas -Espacio donde los alumnos puedan ser los expositores (clase centrada en el aprendizaje)	-Pérdida del lenguaje no verbal -Agotamiento por reuniones virtuales o <i>Zoom fatigue</i> -Acceso a internet en tiempo estipulado	- Fomentar a los alumnos el uso del micrófono o del chat -Trabajar con grupos de alumnos más pequeños -Limitar los tiempos de videoconferencia o incluir intervalos -Ser varios docentes por encuentro

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Huertas, J. A., Ardura, A. y Nieto, C. (2008). Cómo estudiar el papel que el desempeño docente y las formas de comunicación juegan en el clima motivacional del aula. Sugerencias para un trabajo empírico. *Educação*, 31(1), 9-16.

- Katz, M. (1996). Teaching organic chemistry via student-directed learning: A technique that promotes independence and responsibility in the student. *Journal of Chemical Education*, 73, 440–445. <https://doi.org/10.1021/ed073p440>
- Lage, M. J., Platt, G. J. y Treglia, M. (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30–43. <https://doi.org/10.1080/00220480009596759>
- Lorenzo, M. G. (2018). Los contenidos de ciencias naturales en la enseñanza universitaria: especificidad, abstracción y orientación profesional. *Aula Universitaria*, 19. <https://doi.org/10.14409/au.v0i19.6709>
- San Nicolás, M. B., Fariña Vargas, E. y Area Moreira, M. (2013). Competencias Digitales Del Profesorado Y Alumnado En El Desarrollo De La Docencia Virtual. El Caso De La Universidad De La Laguna. *Revista Historia de La Educación Latinoamericana*, 19, 227–245.
- Torp, L. y Sage, S. (1999). *El aprendizaje basado en problemas. Desde el jardín de infantes hasta la escuela secundaria*. Buenos aires: Amorrortu.
- Wiederhold, B. K. (2020). Connecting through Technology during the Coronavirus Disease 2019 Pandemic: Avoiding “zoom Fatigue.” *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(7), 437–438. <https://doi.org/10.1089/cyber.2020.29188.bkw>

Innovación para la Enseñanza de la Química

DE LA ENSEÑANZA FORMAL A LA EDUCACIÓN REMOTA DE EMERGENCIA. DESAFÍO DURANTE LAS PRÁCTICAS DE QUÍMICA BIOLÓGICA

Gladis Edith Medina

Cátedra de Química biológica. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. Posadas, Misiones, Argentina.

Email: gladisedithmedina03@gmail.com

Recibido: 10/02/2021. Aceptado: 16/06/2021.

Resumen. Este trabajo presenta la experiencia de la educación remota de emergencia ante el Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio. Se explican los cambios introducidos para desarrollar un tema abstracto de las clases prácticas de Química Biológica en las carreras de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, de la Universidad Nacional de Misiones. En principio, se realizaron adecuaciones a los materiales didácticos, se adoptaron nuevas formas de comunicación entre docentes y estudiantes y se estableció la evaluación mediante instrumentos del aula virtual. Se adecuaron las prácticas ante el nuevo paradigma de formar profesionales criteriosos que puedan resolver situaciones problemáticas reales impensadas en otras circunstancias.

Palabras clave. educación remota, emergencia, actividades prácticas, Química Biológica.

From formal teaching to remote emergency education. Challenge during the Biological Chemistry practices

Abstract. This work presents the experience of remote emergency education in the face of Social, Preventive and Compulsory Isolation. The changes introduced to develop an abstract theme of the practical classes of Biological Chemistry in the Pharmacy and Biochemistry careers of the Faculty of Exact, Chemical and Natural Sciences of the National University of Misiones are explained. In principle, adjustments were made to the didactic materials, new forms of communication between teachers and students were adopted, and evaluation was established using virtual classroom instruments. The practices were adapted to the new paradigm of training judicious professionals who can solve real problem situations unthinkable in other circumstances.

Keywords. remote education, emergency, practical activities, Biological Chemistry.

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio del siglo XXI, la realidad de la institución universitaria marcada por profundos y continuos cambios socioculturales, presenta aspectos característicos: inclusiva, educación de calidad con base en la especificidad de contenidos y acumulados en gran cantidad en la currícula del plan de estudios, preponderancia de docentes con formación disciplinar y escasa formación pedagógica formal y sistémica, además de perfiles sumamente heterogéneos del estudiantado (Lorenzo, 2017).



En la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) se encuentra la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN), donde se enseñan carreras de grado como Bioquímica y Farmacia. Estas carreras tienen en sus planes de estudio la asignatura Química Biológica, ubicada en el primer cuatrimestre del tercer año. Por normativa institucional, el Consejo Directivo es quien aprueba los programas y reglamentos de las asignaturas, que para el caso de Química Biológica presenta doce temas teóricos y diez temas de trabajos prácticos. Estos últimos se desarrollan en seis clases de coloquios (ejercicios de aplicación) y en cuatro actividades experimentales de laboratorio. Dentro de los contenidos prácticos, uno de los primeros temas de gran complejidad que se aborda es el metabolismo de hidratos de carbono, observándose dificultad en los estudiantes para comprender dichos contenidos.

El 13 de marzo de 2020, las actividades se vieron bruscamente interrumpidas por el decreto provincial 330/20, que declaró la Emergencia Epidemiológica y Sanitaria por el término de 120 días debido al brote epidémico de Dengue y a la Pandemia de Coronavirus en la Provincia de Misiones, la UNaM adhirió. De hecho, esto detuvo en la FCEQyN todas las actividades. Posteriormente, se declaró a nivel nacional la vigencia del Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO) a partir del 20 de marzo (DNU N°297/2020 firmado por el presidente de la nación), el cual se prolonga hasta la fecha (Boletín oficial de la República Argentina, 2020).

Debido a estas circunstancias, la FCEQyN decide el dictado remoto de emergencia para todas las carreras bajo tres premisas fundamentales, formuladas por la secretaria académica en reunión virtual: *flexibilidad, tranquilidad y paciencia*. En este giro inesperado de la presencialidad a la "enseñanza remota de emergencia, en la que se hace lo que se puede, a diferencia de la enseñanza en línea que es planificada, estructurada y pensada" (Talanquer, 2020), se comienzan a utilizar plataformas digitales y un gran porcentaje de docentes necesita de una urgente capacitación.

Según Pozo (2020), en este tiempo de pandemia se han revelado rasgos del sistema educativo que, si bien ya estaban presentes, se han puesto aún más en evidencia. El primer aspecto es la desigualdad educativa, debido a que no todos disponen de recursos tecnológicos. El segundo aspecto es la brecha que existe entre la forma de aprender y de enseñar en la escuela, con sus horarios y currículos, y los contextos externos de la vida. Una tercera reflexión es que la escuela sigue siendo analógica en una sociedad digital, por lo que hay que pensar en cómo enseñar de esa manera. Por último, los docentes no están preparados para afrontar los desafíos de una educación virtual, la evolución de las demandas y las urgencias en estos nuevos espacios. Al comienzo, una de las primeras inquietudes era con qué plataforma trabajar, luego cómo se hace y finalmente, cómo se puede evaluar con toda esa tecnología.

LA EXPERIENCIA EN LA ASIGNATURA QUÍMICA BIOLÓGICA

Este trabajo presenta la experiencia de la educación remota ante el ASPO, los cambios introducidos para desarrollar las clases de la asignatura Química Biológica frente a este gran desafío, el replanteo de la manera de

enseñar, la adecuación de los materiales didácticos y la adopción de formas nuevas de comunicación.

En primer lugar, en reunión virtual de cátedra se planificó un cronograma semanal para el desarrollo de los contenidos teóricos y de trabajos prácticos y se acordó respetar los horarios habituales estipulados para la presencialidad, de manera tal de no interferir en el cursado de otras asignaturas. Por otra parte, se definió el modo de transmitir los contenidos desde el aula virtual en la plataforma Moodle buscando garantizar el aprendizaje del estudiante. Considerando de ese modo lo que se conoce como triángulo educativo o triángulo pedagógico: docentes, estudiantes y contenidos, inmersos en ese contexto donde se desarrolla la práctica educativa, aula o laboratorio de clases experimentales. Se decidió utilizar todos los recursos disponibles para transferir los contenidos durante la interacción que se produzca en clase sincrónica, tales como: escritos en la pizarra, material de escritura, acotaciones al margen, proyecciones de imágenes y comentarios sustanciales facilitadores del aprendizaje significativo. Intuitivamente y respondiendo a esta educación de emergencia remota, se siguió la propuesta de Hernández (2020), aprendizaje centrado en el estudiante, activo, con actividades participativas durante las clases, como protagonista y foco de toda planificación y diseño de clases.

Como Jefe de Trabajos Prácticos, y teniendo en cuenta lo señalado por Lorenzo (2018), para desarrollar los contenidos se recortaron algunos del área disciplinar específica para su abordaje durante la práctica, seleccionando aquellos considerados esenciales, necesarios y recomendables para trabajar. Primordialmente el docente, pretendió ejercer el rol de guía y orientador del proceso, a disposición del estudiante y capacitado para formular preguntas adecuadas que permitan seguir el contenido, de manera tal que ellos aprendan con las respuestas a esas preguntas. En esta modalidad de trabajo, el docente no expuso contenidos, sino que planteó las indicaciones para el desarrollo de actividades y proporcionó material de apoyo en formato de apuntes específicos, con ideas y contenidos necesarios para realizar la actividad. Se utilizó el aula invertida, se retiraron del aula virtual los materiales que el estudiante puede gestionar solo como: textos, apuntes, videos. Se alentó la indagación sobre materiales que permitan formular y a su vez responder preguntas; el rol docente facilitó la reorientación a los contenidos principales y estimuló las autoevaluaciones, tal como sugiere Hernández (2020).

La cátedra posee un espacio, subutilizado durante la presencialidad, en el aula virtual institucional de la plataforma MOODLE, donde inicialmente, se subieron en formato PDF: las clases de teoría, las guías de coloquios (ejercicios de aplicación) y de trabajos prácticos de laboratorio. En estas circunstancias de ASPO, el aula virtual cobró protagonismo como la herramienta primordial de gestión de enseñanza y aprendizaje, sirvió además como repositorio de textos y videos, permitió a los estudiantes subir sus tareas y al docente, realizar las devoluciones y habilitar foros, encuestas y grupos de trabajo colaborativos.

El complejo tema metabolismo de hidratos de carbono es de difícil comprensión aún en la presencialidad; los tipos de controles, relaciones e

interrelaciones entre las vías metabólicas y la realización de balances energéticos, requieren de razonamiento y acompañamiento constante. Requirió la reorganización de las clases de coloquio y el diseño de ejercicios pensados para propiciar el entrenamiento estratégico del estudiante, estimulando la toma de decisiones sobre cuándo aplicar determinados conceptos y la capacidad de elaborar y evaluar estrategias para organizar su propio aprendizaje (Acuña et al., 2018).

Durante esta nueva manera de educación remota, la propuesta se centró en diseñar actividades que utilicen estrategias de aprendizaje activo, favorecedoras del desarrollo de habilidades de alto nivel cognitivo y promotoras de la autorregulación del estudiante. Según Talanquer (2020), de la pandemia debe surgir un nuevo paradigma educativo en que los estudiantes se involucren, participen y adquieran competencia en la aplicación de prácticas científicas, y se favorezca el pensamiento crítico colaborativo para resolver problemas y preguntas en contextos de relevancia. Los estudiantes deben identificar, procesar y aplicar de manera constructiva los conocimientos y habilidades científicas para pensar los problemas existentes, no sólo limitarse a adquirir y comprender conocimientos. El aula china, mencionada por Pozo (2017), en estas circunstancias se modificó y presentó otros estímulos que requirieron del estudiante otras funciones de adaptación, no solo a la enseñanza remota y al ambiente hogareño que se transformó en aula, sino también a la gran cantidad de recursos didácticos que de improviso invadió su vida, estableciendo un nuevo sistema de relaciones.

METODOLOGÍA

Para facilitar el razonamiento, se transformaron las presentaciones de clases diseñadas en PowerPoint a videos de corta duración. Se diseñaron cuestionarios que fueron subidos con anterioridad como material didáctico para que los estudiantes pudieran leer, resolver y plantear dudas. Se realizaron semanalmente videoconferencias utilizando la aplicación Jitsi Meet para resolver y debatir los cuestionarios resueltos y despejar las dudas. Se generaron foros de consultas semanales para que los alumnos pudieran plantear las incertidumbres que pudieran surgir y para que permitiera al docente proporcionar un feedback adecuado, de manera tal que los estudiantes pudieran repensar sobre sus errores y reconstruir los conocimientos para alcanzar la autorregulación de los aprendizajes. El docente cambió de actitud para contribuir a mejorar su práctica. Fue dando lugar a los cuestionamientos, evitó limitarse a marcar los errores y a destacar respuestas correctas o a preguntarse si existen fallas en el proceso de enseñanza.

Otras herramientas utilizadas para mantener la conexión con los estudiantes fueron grupos de WhatsApp, avisos en línea y correos electrónicos. Si bien desde el punto de vista docente se realizó un gran esfuerzo para establecer la comunicación con los estudiantes, las restricciones de los mismos en cuanto a recursos tecnológicos y de conectividad quedaron expuestas por las ausencias observadas durante los encuentros sincrónicos no obligatorios.

Para la evaluación se confeccionaron cuestionarios de preguntas de múltiple opción.

CONCLUSIONES

La tarea resultó ardua, el reacomodamiento fue vertiginoso y exigió mucho tiempo para buscar información que pueda ser utilizada para elaborar los nuevos materiales didácticos, y que contribuyan a desarrollar las condiciones para que los estudiantes puedan autogestionar sus aprendizajes. Considerando las recomendaciones de Acuña et al. (2018) en relación al material didáctico, se requirieron ajustes para propiciar el entrenamiento estratégico del alumno. Aunque el trabajo se realizó en forma remota, el aislamiento posibilitó tomar la oportunidad para que el docente presentara situaciones nuevas y abiertas, que demandaron de los estudiantes la toma de decisiones sobre los conceptos a aplicar (como así también cuándo y cómo tomarlas). Permitió iniciar la incorporación de actividades favorecedoras de este tipo de pensamiento y la construcción del conocimiento genuino; de manera tal de estimular la interrelación entre los marcos conceptuales y metodológicos.

Así mismo estimuló, especialmente en este docente, la capacidad de adaptación al nuevo momento histórico y contribuir a lograr un cambio en la enseñanza que permitiera formar un estudiante de pensamiento crítico, colaborativo, comprometido para pensar, reflexionar y para evaluar lo que está sucediendo en el mundo. Los cambios se incorporaron con mucha prisa, en coexistencia con la capacitación en recursos tecnológicos, elaboración de materiales didácticos, superación de limitaciones propias del trabajo cotidiano y que aún se mantienen en el tiempo. Seguramente, la eficacia relativa podrá ser evaluada con posterioridad. Sin embargo, se evidenció la versatilidad de los docentes para enfrentar los retos y desafíos de la pandemia y saber que se pueden asumir riesgos y adecuar las prácticas ante el nuevo paradigma de formar profesionales criteriosos que puedan resolver situaciones problemáticas reales impensadas en otros momentos.

Los estudiantes expresaron la comprensión de los temas enseñados durante los foros y las videoconferencias. Se observó que sería necesario incorporar en sucesivos dictados una encuesta específica a los estudiantes para conocer el verdadero impacto de las actividades implementadas. Los resultados de la evaluación mediante el cuestionario de múltiple opción, demostraron la comprensión del tema ya que el 80% aprobó en la primera instancia y los demás en la segunda, de recuperación. Similar a la actividad presencial.

Los demás trabajos experimentales de laboratorio incluidos en el programa que, según Sánchez, Odetti y Lorenzo (2017), requieren un trabajo manipulativo por parte de los estudiantes y el desarrollo de sus habilidades sensoriales para percibir, detectar y reconocer los fenómenos que ocurren durante la práctica, quedaron supeditados al retorno de la presencialidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña M. G., Marchak G. M., Medina G. E., Baumann A. J. y Lorenzo M. G. (2018). Descripción y análisis de las guías para las experiencias de laboratorio de química. Su influencia en la construcción de conocimientos. *Educación en la Química*, 24(1), 24-36.
- Argentina. Boletín oficial de la República Argentina. Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio. (2020). Recuperado el 20 de marzo de <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/227042/20200320>
- Hernández C. (2020). Estrategia para promover el aprendizaje activo de las ciencias a distancia. Recuperado el 17 de mayo de [Webinar]. CIAEC FFyB Youtube. <https://youtu.be/XKakgWU5aag>
- Lorenzo, M. G. (2017). Enseñar y aprender ciencias. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y Educadores*, 20(2), 249–263. <https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.5>
- Lorenzo, M. G. (2018). Los contenidos de ciencias naturales en la enseñanza universitaria: especificidad, abstracción y orientación profesional. *Aula Universitaria*, 19. <https://doi.org/10.14409/au.v0i19.6709>
- Pozo, J. I. (2017). Learning beyond the body: from embodied representations to explicitation mediated by external representations / Aprender más allá del cuerpo: de las representaciones encarnadas a la explicitación mediada por representaciones externas. *Journal for the Study of Education and Development*, 40(2), 219-276. <https://doi.org/10.1080/02103702.2017.1306942>
- Sánchez, G. H., Odetti, H. S., y Lorenzo, M. G. (2017). La práctica docente en el laboratorio universitario y el conocimiento didáctico del contenido de química inorgánica. *Enseñanza de las ciencias*, N° Extraordinario, 183-190.
- Talanquer, V. (2020). Lecciones de Pandemia, aprendizajes, frustraciones e imperativos educativos. Recuperado el 13 de junio de 2021 de [Webinar]. CIAEC FFyB. <https://youtu.be/EP-a7j6PdC4>

Innovación para la Enseñanza de la Química

QSAR-3D COMO HERRAMIENTA ABSTRACCIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA MEDICINAL

Dimas Ignacio Torres

*Cátedra de Química Medicinal, Facultad de Farmacia y Bioquímica,
Universidad de Buenos Aires*

E-mail: dimas_torres@hotmail.com

Recibido: 30/07/2020. Aceptado: 10/01/2020.

Resumen. Este trabajo busca analizar los beneficios y dificultades de la implementación del QSAR-3D en la enseñanza de la química medicinal. Se tratará el contexto teórico tanto del método de QSAR-3D como de las bases pedagógicas que fundamentan esta intervención educativa. Los ejes más importantes son las limitaciones actuales en la capacidad de abstracción de los alumnos y las nuevas tecnologías que habilitan plantear un enfoque novedoso en un área de suma relevancia en la química medicinal. En particular se evalúa la factibilidad de realizar un experimento computacional de forma remota. También se revelan conexiones con otras subdisciplinas de la química para remarcar su valor como contenido transversal.

Palabras clave. química medicinal, QSAR-3D, gráficos.

QSAR-3D as an abstraction tool in the education of medical chemistry

Abstract. This work seeks to analyze the benefits and difficulties of implementing QSAR-3D in the teaching of medicinal chemistry. The theoretical context of both the QSAR-3D method and the pedagogical bases that underlie this educational intervention will be discussed. The most important axes are the current limitations in the students' capacity for abstraction and the new technologies that make it possible to propose a novel approach in an area of great relevance in medicinal chemistry. In particular, the feasibility of conducting a computational experiment remotely is evaluated. Connections with other chemistry sub-disciplines are also revealed to highlight their value as cross-sectional content.

Keywords. medicinal chemistry, QSAR-3D, graphics.

INTRODUCCIÓN

La relación estructura actividad, donde se relacionan rasgos estructurales de compuestos orgánicos con su actividad biológica, es uno de los ejes principales de la química medicinal. Estas relaciones nos permiten comprender mejor cuales son los factores estructurales de los fármacos que mayor impacto y relevancia tienen en su actividad, así como también realizar predicciones cuantitativas al momento de diseñar nuevas moléculas. Esta última aplicación cobra un valor esencial al tener en cuenta el costo material que conlleva la síntesis de un compuesto químico.

Pese a la gran importancia que tiene este tema, en particular dentro del currículum de la química medicinal, su comprensión por parte de los alumnos sufre de una parcialidad agravante. Esta dificultad se puede



comprender dentro del marco teórico planteado por Johnstone (1993) y retomado por Talanquer (2011): la tríada química. Por un lado los alumnos deben comprender las características estructurales de los compuestos y su interacción con la diana biológica en el nivel sub-micro y por otro lado, tienen que poder entender el impacto en el organismo que resulta de esta interacción y los mecanismos farmacológicos que lo explican en el nivel macro. Finalmente exigimos a nuestros alumnos que conecten estos dominios materiales por un método estadístico de regresión multilínea para alcanzar un objeto abstracto que denominamos farmacóforo, el cual no existe en el mundo material sino que se ubica en un nivel simbólico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La dificultad que tienen nuestros alumnos en poder realizar estas correcciones y poder aplicar estos conocimientos al diseño de fármacos ya ha sido estudiada por Talanquer (2018), en su trabajo concluye que la principal dificultad que obstaculiza el razonamiento de relaciones estructura-actividad es la fijación, en la mente de los alumnos, de los átomos o grupos funcionales de las moléculas en vez de poder ir más allá y notar las propiedades emergentes en las moléculas como un todo.

Esta dificultad puede deberse a la necesidad de enfocarse en estas propiedades estructurales al estudiar mecanismos de reacción y métodos de síntesis en cursos anteriores. La relevancia de las representaciones gráficas en la comprensión de la química orgánica fue claramente demostrado por Lorenzo y Pozo (2010). Para ayudar a los alumnos a abstraerse de las estructuras químicas, que tanto le han servido en su trayecto educativo pero que dificultan el avance en la comprensión química medicinal se plantea el uso de superficies de contorno generadas por el método de QSAR-3D como herramienta de abstracción. El objetivo de este trabajo es evaluar esta herramienta de investigación como un recurso educativo.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA PROPUESTA

Teoría de QSAR-3D

En la técnica clásica de QSAR desarrollada por Hansch y Fujita (1964) se toma una estructura base y se realizan modificaciones para generar un conjunto de derivados con diferentes propiedades fisicoquímicas. Estas propiedades son cuantificadas por medio de descriptores ($\log P$, σ de Hammett, etc.) para luego implementar un modelo de regresión utilizando un parámetro de actividad biológica como variable a optimizar ($\log IC_{50}$, $\log LC_{50}$, etc.). En la Figura 1 se puede ver la estructura base y los residuos que pueden ser modificados para obtener el conjunto de entrenamiento del modelo. Esta técnica es valiosa porque es relativamente fácil de comprender desde un punto de vista procedimental pero tiene ciertas limitaciones al momento de comprender las necesidades estructurales para obtener un compuesto biológicamente activo. Éstas se presentan al momento de pedirles a nuestros alumnos que apliquen las conclusiones sacadas del modelo obtenido a compuestos con estructuras ligeramente semejantes a las que se encontraban dentro del conjunto inicial. Esto se

debe a la fijación de los alumnos hacia los fragmentos constitutivos de una molécula comentada anteriormente por Talanquer (2018).

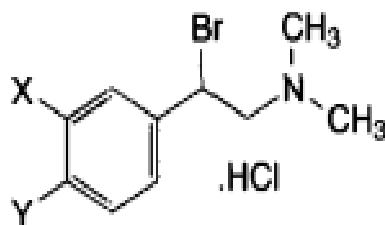


Figura 1. Estructura base para plantear modificaciones en un estudio de QSAR. Imagen extraída de Kubinyi (1997)

En la década de 1980, con el advenimiento de los métodos computacionales, una nueva aproximación al problema de las relaciones estructura-actividad fue desarrollada. Esta metodología consiste en tomar la estructura tridimensional de las moléculas y enmarcarlas en una grilla, discretizando el espacio en un número finito de elementos, para luego calcular el campo de fuerza correspondiente a cada sector como se muestra en la Figura 2.

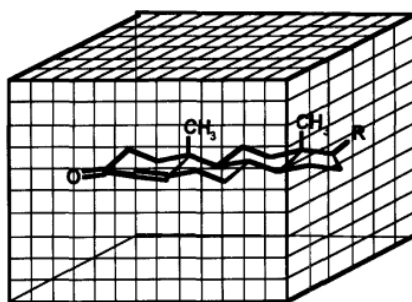


Figura 2. Grilla que encuadra la estructura tridimensional de una estructura para discretizar el espacio en donde se desea calcular los campos de fuerza. Imagen extraída de Kubinyi (1997)

Estos vectores eran luego tratados estadísticamente para obtener factores espaciales característicos por medio de un análisis de componentes principales y luego correlacionados con la actividad biológica (lo que se denomina regresión por componentes principales o RCP). Pese al interés teórico de esta estrategia no fue hasta 1988, cuando se lanzó al mercado un software que automatiza todo este procedimiento (reemplazando el método de componentes principales por cuadrados mínimos parciales), fue que obtuvo una amplia aceptación dentro del ámbito académico e industrial (Cramer, Patterson y Bunce, 1988).

Implementación de la propuesta educativa

Dado que la mayores dificultades que se encuentran al momento de plantear un trabajo práctico computacional son de índole procedimental, una nueva plataforma desarrollada por un grupo de la universidad de Roma

es de suma relevancia en la factibilidad de esta propuesta. La plataforma www.3d-qsar.com integra todos los pasos del desarrollo de un modelo QSAR-3D en un solo software con una interfaz amigable. Los desarrolladores brindan varios casos de su implementación junto con las publicaciones que lanzaron al mundo académico como información complementaria (Ragno y col, 2020). Esto reduce considerablemente tanto la curva de aprendizaje de los alumnos como el tiempo de planificación del docente.

En este caso particular se planteó el uso de un conjunto de derivados quinoxalínicos, desarrollados por integrantes de la cátedra donde me desempeño, como inhibidores de la transcriptasa reversa del virus del HIV. Esta selección permite el uso de los conocimientos desarrollados en la cátedra para acercar a los alumnos al trasfondo de la investigación académica, así como también poner en juego el interés por una patología sumamente relevante en la medicina contemporánea. Por último dado que la plataforma permite el acceso al software por cualquier persona con acceso a internet esta propuesta es consecuente con la actual condición social en la que nos coloca la actual pandemia mundial.

Dificultades y ventajas pedagógicas del QSAR-3D

Pese a que a primera vista el método 3D puede parecer más complejo que su contraparte bidimensional, un estudio más detallado puede cambiar esta impresión inicial. En primer lugar, el uso de campos de fuerza ya forma parte del currículum actual de la química medicinal al explicar las simulaciones por dinámica molecular. En segundo lugar, el concepto subyacente la RCP es similar al proceso de selección del mejor modelo de regresión de QSAR-2D donde debe evitar el uso de descriptores con alta correlación y seleccionar los que tengan mayor impacto en la respuesta. De esta forma la RCP puede ser vista como una formalización matemática de las reglas heurísticas que enseñamos actualmente a nuestros alumnos.

Una vez sofocada la aprehensión inicial frente a este método podemos pasar a considerar sus ventajas. La principal de ellas es que permite captar las propiedades globales de las moléculas en estudio liberándonos de los elementos que las conforman como se puede ver en la Figura 3 (Ballante y Ragno, 2012). En esta imagen se presentan las superficies de contorno calculadas por un método de QSAR-3D que marcan los sitios de mayor energía usando una sonda de carbono.

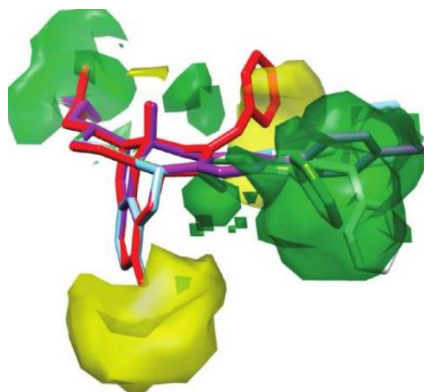


Figura 3. Mapas de contorno de impedimento estéticos de agonistas opioides calculados por QSAR-3D. Imagen extraída de Ballante y Ragno (2012).

La segunda ventaja, y la que con mayor énfasis quiero destacar, son los mapas de contornos que representan los coeficientes que se obtienen tras el proceso de regresión entre los campos de fuerza y las propiedades biológicas que pueden verse en la Figura 4. Dado que los elementos usados en la regresión tiene una distribución espacial también lo tienen los coeficientes obtenidos, de esta manera se puede visualizar las zonas más relevantes para la actividad biológica de la forma más gráfica posible. Estos mapas de contorno son la imagen más cercana al concepto abstracto de un farmacóforo que somos capaces de mostrar a nuestros alumnos y en este punto fundamental es donde radica el valor pedagógico que tiene el QSAR-3D para ayudar a nuestros alumnos a alcanzar el nivel simbólico de la química planteado por Johnstone (1993).

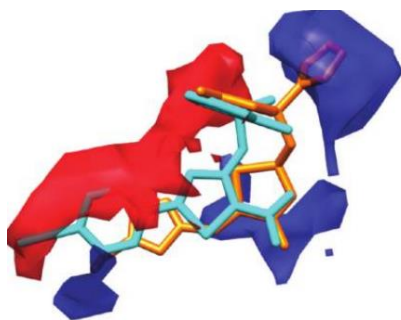


Figura 4. Mapas de contorno que representan los coeficientes de regresión del modelo de PLS distribuidos espacialmente, que representa el farmacóforo en QSAR-3D. Imagen extraída de Ballante y Ragno (2012).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Los elementos sobre los que querría reflexionar son de índole pedagógicos. Para empezar deseo remarcar el valor conceptual de poder presentar a nuestros alumnos un medio gráfico por el cual pueden representarse la idea abstracta de un farmacóforo. Esta idea fue la que me motivó a buscar las diferentes formas de representación que se usan actualmente para referirse a este concepto central en la química medicinal.

Retomando el marco teórico de Johnstone (1993), se puede ver cómo el QSAR en general forma el tercer pilar que permite al alumno conectar los niveles sub-micro y macro que se interrelacionan tan estrechamente en el diseño de fármacos. La ventaja que tiene su versión tridimensional es que ayuda a superar las dificultades encontradas por Talanquer (2018) en la visión fragmentaria que tienen los alumnos al momento de encontrarse con esta nueva forma de ver la química.

Finalmente querría remarcar las posibles relaciones transdisciplinarias con otras áreas de la química que pueden darse con la implementación del QSAR-3D. Por un lado el uso de RCP es de uso habitual en la quimiometría, una herramienta que está en auge dentro de la química analítica y que tiene grandes exponentes dentro de la comunidad científica argentina. Por otro lado los conceptos de relación estructura-actividad están siendo aplicados a problemas fundamentales como los son el desarrollo de nuevas formas de almacenamiento de energía y en la elucidación de mecanismos de reacción electroquímicos (Robinson y Sigman, 2020).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballante, F. y Ragno, R. (2012). 3-D QSAutogrid/R: An alternative procedure to build 3-D QSAR models. *Methodologies and applications. Journal of chemical information and modeling*, 52(6), 1674–1685. <https://doi.org/10.1021/ci300123x>
- Cramer, R. D., Patterson, D. E. y Bunce, J. D. (1988). Comparative molecular field analysis (CoMFA). 1. Effect of shape on binding of steroids to carrier proteins. *Journal of the American Chemical Society*, 110(18), 5959–5967. <https://doi.org/10.1021/ja00226a005>
- Hansch, C., Fujita, T. (1964). ρ - σ - π Analysis. A Method for the Correlation of Biological Activity and Chemical Structure. *Journal of the American Chemical Society*, 86(8), 1616–1626. <https://doi.org/10.1021/ja01062a035>
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705. <https://doi.org/10.1021/ed070p701>
- Kubinyi, H. (1997). QSAR and 3D QSAR in drug design Part 1: methodology. *Drug Discovery Today*, 2(11), 457-467. [https://doi.org/10.1016/S1359-6446\(97\)01079-9](https://doi.org/10.1016/S1359-6446(97)01079-9)
- Lorenzo, M. G. y Pozo, J. I. (2010). La representación gráfica de la estructura espacial de las moléculas: eligiendo entre múltiples sistemas de notación. *Cultura y Educación*, 22(2), 231-246. <https://doi.org/10.1174/113564010791304555>
- Ragno, R., Esposito, V., Di Mario, M., Masiello, S., Viscovo, M. y Cramer, R. (2020). Teaching and Learning Computational Drug Design: Student Investigations of 3D Quantitative Structure–Activity Relationships through Web Applications. *Journal of Chemical Education*, 97(7), 1922-1930. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00117>

- Robinson, S. y Sigman, M. (2020). Integrating Electrochemical and Statistical Analysis Tools for Molecular Design and Mechanistic Understanding. *Accounts of Chemical Research*, 53(2), 289–299. <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.9b00527>
- Talanquer, V. A. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33, 179 - 195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Talanquer, V. A. (2018). Progressions in reasoning about structure-property relationships. *Chemical Education Research and Practice*, 19, 998-1009. <https://doi.org/10.1039/C7RP00187H>

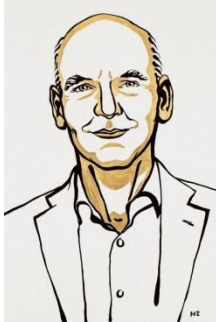

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

EL PREMIO NOBEL EN QUÍMICA 2021

La Real Academia Sueca de Ciencias ha decidido otorgar el Premio Nobel en Química 2021 a

Benjamin List y David W. C. MacMillan

Por el desarrollo de la organocatálisis

	<p><i>BENJAMIN LIST</i> Nacido en 1968 en Frankfurt, Germany. Ph.D. 1997 en Goethe University Frankfurt, Germany. Director del Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim an der Ruhr, Germany.</p>
	<p><i>DAVID W.C. MACMILLAN</i> Nacido en 1968 en Bellshill, UK. Ph.D. 1996 en University of California, Irvine, USA. Professor at Princeton University, USA.</p>

SUS HERRAMIENTAS REVOLUCIONARON LA CONSTRUCCIÓN DE MOLÉCULAS

Los químicos pueden crear nuevas moléculas uniendo pequeños componentes químicos, pero controlar sustancias invisibles para que se unan de la manera deseada es difícil. Benjamin List y David MacMillan son galardonados con el Premio Nobel de Química 2021 por el desarrollo de una nueva e ingeniosa herramienta para construcción de moléculas: la organocatálisis. Sus usos incluyen la investigación de nuevos productos farmacéuticos y también han ayudado a que la química sea más ecológica.

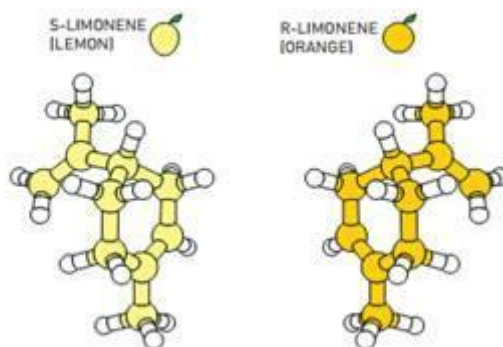
Muchas industrias y campos de investigación dependen de la capacidad de los químicos para construir moléculas nuevas y funcionales. Pueden ser cualquier cosa, desde sustancias que capturan la luz en las células solares o almacenan energía en baterías, a moléculas que pueden hacer zapatillas ligeras para correr o inhibir el progreso de enfermedades en el cuerpo.

Sin embargo, si comparamos la capacidad de la naturaleza para construir creaciones químicas con la nuestra, estamos atrapados en la Edad de Piedra. La evolución ha producido herramientas increíblemente específicas, las enzimas, para construir los complejos moleculares que dan vida a sus formas, colores y funciones. Inicialmente, cuando los químicos aislaron estas obras maestras químicas, simplemente las miraron con admiración. Los martillos y cinceles en sus propias cajas de herramientas para la construcción molecular eran contundentes y poco fiables, por lo que a menudo terminaban con muchos subproductos no deseados cuando copiaron los productos de la naturaleza.



Nuevas herramientas para una química más avanzada

Cada nueva herramienta que los químicos han agregado a su caja de herramientas ha aumentado la precisión de sus construcciones moleculares. Lenta pero segura, la química ha progresado de cincelar en piedra a algo más como artesanía fina. Esto ha sido de gran beneficio para la humanidad y varias de estas herramientas han sido galardonadas con el Premio Nobel de Química



©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Existen muchas moléculas en dos variantes, donde una es la imagen especular de la otra. Estas a menudo tienen efectos completamente diferentes en el cuerpo. Por

ejemplo, una versión de la molécula de limoneno tiene olor a limón, mientras que su imagen reflejada huele a naranja.

El descubrimiento, galardonado con el Premio Nobel de Química 2021, ha llevado la construcción molecular a un nivel completamente nuevo. No solo ha hecho que la química sea más ecológica, sino que también ha hecho mucho más fácil producir *moléculas asimétricas*. Durante la construcción química a menudo surge una situación en la que se pueden formar dos moléculas que, al igual que nuestras manos, son una la imagen especular de la otra. Los químicos a menudo solo quieren una de estas imágenes en espejo, especialmente cuando se producen productos farmacéuticos, pero ha sido difícil encontrar métodos eficientes para hacer esto. El concepto desarrollado por Benjamin List y David MacMillan, **organocatálisis asimétrica**, es tan simple como brillante. El hecho es que mucha gente se ha preguntado por qué no lo pensamos antes.

¿Por qué, de hecho? Esta no es una pregunta fácil de responder, pero antes de intentarlo, debemos echar un vistazo rápido de vuelta a la historia. Definiremos los términos catálisis y catalizador, y prepararemos el escenario para el Premio Nobel de Química 2021.

Los catalizadores aceleran las reacciones químicas

En el siglo XIX, cuando los químicos comenzaron a explorar las formas en que reaccionan diferentes sustancias químicas entre sí, hicieron algunos descubrimientos extraños. Por ejemplo, al poner plata en un vaso de precipitados con peróxido de hidrógeno (H_2O_2), el peróxido de hidrógeno de repente comenzó a descomponerse en agua (H_2O) y oxígeno (O_2). Pero la plata, que inició el proceso, no pareció afectada por la reacción. De manera similar, una sustancia obtenida de los granos brotados podría descomponer el almidón en glucosa. En 1835, el renombrado químico sueco Jacob Berzelius comenzó a ver un patrón en esto. En el Informe anual de la Real Academia Sueca de Ciencias, que describe los últimos avances en física y química, escribe sobre una nueva "fuerza" que puede "generar actividad química". Enumeró varios ejemplos en que solo la presencia de una sustancia inició una reacción química, indicando cómo este fenómeno parecía ser considerablemente más común de lo que se pensaba anteriormente. Creía que la sustancia tenía una fuerza catalítica y llamó al fenómeno en sí mismo **catálisis**.

Los catalizadores producen plástico, perfumes y alimentos favoritos

Una gran cantidad de agua ha corrido por las pipetas de los químicos desde la época de Berzelius. Han descubierto una multitud de catalizadores que pueden descomponer moléculas o unirlos. Gracias a ellos ahora podemos extraer los miles de sustancias diferentes que usamos en nuestra vida cotidiana, como productos farmacéuticos, plásticos, perfumes y complementos alimenticios. El hecho es que se estima que el 35 por ciento del PBI total del mundo de alguna manera implica catálisis química.

En principio, todos los catalizadores descubiertos antes del año 2000 pertenecían a uno de dos grupos: eran ya sea metales o enzimas. Los

metales suelen ser excelentes catalizadores porque tienen una capacidad especial para acomodar temporalmente electrones o para proporcionarlos a otras moléculas durante un proceso químico. Esto ayuda a debilitar los enlaces entre los átomos de una molécula, de modo que los enlaces que de otro modo serían fuertes puedan romperse y puedan formarse otros nuevos.

Sin embargo, un problema con algunos catalizadores metálicos es que son muy sensibles al oxígeno y al agua. por lo que, para que funcionen, necesitan un entorno libre de oxígeno y humedad. Esto es difícil de lograr en industrias a gran escala. Además, muchos catalizadores metálicos son metales pesados, que pueden ser dañinos para el medio ambiente.

Los catalizadores de la vida funcionan con asombrosa precisión

La segunda forma de catalizador está compuesta por proteínas conocidas como enzimas. Todos los seres vivos tienen miles de enzimas diferentes que impulsan las reacciones químicas necesarias para la vida. Muchas enzimas son especialistas en catálisis asimétrica y, en principio, siempre forman una imagen especular de las dos que son posibles. También trabajan codo con codo; cuando una enzima termina con una reacción, otra se hace cargo. De esta manera, pueden construir moléculas complicadas con una precisión asombrosa, como el colesterol, la clorofila o la toxina llamada estricnina, que es una de las más complejas moléculas que conocemos (volveremos a esto).

Debido a que las enzimas son catalizadores tan eficientes, los investigadores en la década de 1990 intentaron desarrollar nuevas variantes de enzimas para impulsar las reacciones químicas que necesita la humanidad. Un grupo de investigación que trabajó en esto, tenía sede en el Instituto de Investigación Scripps en el sur de California, y era dirigido por el fallecido Carlos F. Barbas III. Benjamin List tenía un puesto postdoctoral en el grupo de investigación de Barbas cuando nació la brillante idea que condujo a uno de los descubrimientos detrás del Premio Nobel de Química de este año.

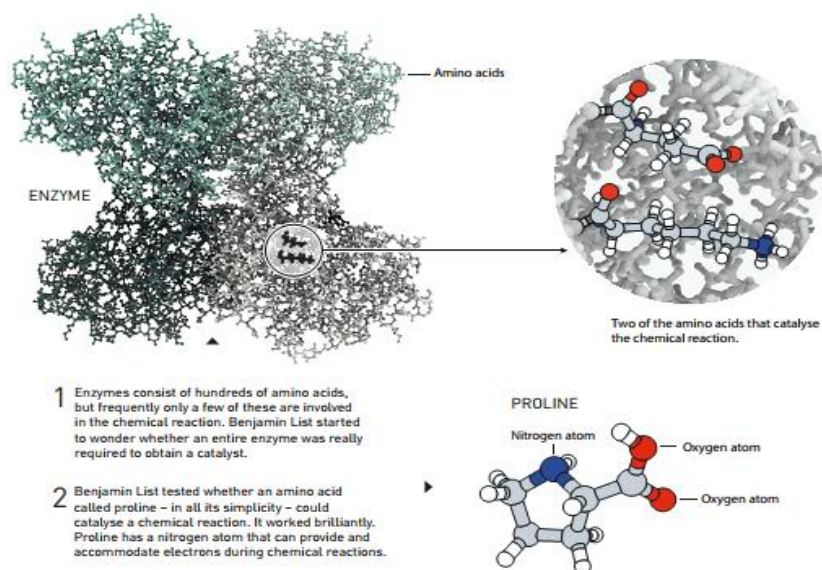
Benjamin List piensa “fuera de la caja”...

Benjamin List trabajaba con *anticuerpos catalíticos*. Normalmente, los anticuerpos se adhieren a virus extraños o bacterias en nuestro cuerpo, pero los investigadores de Scripps los rediseñaron para que pudieran impulsar reacciones. Durante su trabajo con anticuerpos catalíticos, Benjamin List comenzó a pensar en cómo trabajan las enzimas realmente. Suelen ser moléculas enormes que se construyen a partir de cientos de aminoácidos. Además de estos aminoácidos, una proporción significativa de las enzimas, también tienen metales que ayudan a impulsar los procesos químicos. Pero, y este es el punto, muchas enzimas catalizan reacciones químicas sin la ayuda de metales. En cambio, las reacciones son impulsadas por uno o unos pocos aminoácidos individuales de la enzima. La pregunta original (fuera de la caja) de Benjamin List era: ¿los aminoácidos tienen que ser parte de una enzima para catalizar una reacción química? ¿O podría un solo aminoácido, u otras moléculas simples similares, hacer el mismo trabajo?

... con un resultado revolucionario

Sabía que había investigaciones de principios de la década de 1970 en las que un aminoácido llamado prolina había sido utilizado como catalizador, pero eso fue más de 25 años antes. Seguramente, si la prolina hubiera sido realmente un catalizador, ¿alguien hubiera seguido trabajando en ello?

Esto es más o menos lo que pensaba Benjamin List; asumió que la razón por la que nadie había continuado estudiando el fenómeno era que no había funcionado particularmente bien. Sin expectativas reales, probó si la prolina podía catalizar una reacción aldólica, en la que átomos de carbono de dos moléculas diferentes son unidos entre sí. Fue un intento simple que, sorprendentemente, funcionó de inmediato.



©Johan Jarnestad, Agnes Moe/The Royal Swedish Academy of Sciences

1.- Las enzimas constan de cientos de aminoácidos, pero con frecuencia solo algunos de estos están involucrados en la reacción química. Benjamin List comenzó a preguntarse si una enzima completa era realmente requerida para obtener un catalizador.

2.- Benjamin List probó si un aminoácido llamado prolina, en toda su simplicidad, podría catalizar una reacción química. Funcionó de manera brillante. La prolina tiene un átomo de nitrógeno que puede proporcionar y acomodar electrones durante las reacciones químicas.

Benjamin List apuntó su futuro

Con sus experimentos, Benjamin List no solo demostró que la prolina es un catalizador eficiente, sino también que este aminoácido puede impulsar la catálisis asimétrica. De las dos posibles imágenes especulares, fue mucho más común que se formara una de ellas que la otra. A diferencia de los investigadores que habían probado previamente la prolina como catalizador, Benjamin List entendió el enorme potencial que podría tener. En

comparación con los metales y las enzimas, la prolina es una herramienta de ensueño para los químicos. Es una molécula muy sencilla, barata y respetuosa con el medio ambiente.

Cuando publicó su descubrimiento en febrero de 2000, List describió la catálisis asimétrica con moléculas orgánicas como un nuevo concepto con muchas oportunidades: "El diseño e investigación de estos catalizadores es uno de nuestros objetivos futuros". Sin embargo, no estaba solo en esto. En un laboratorio más al norte de California, David MacMillan también estaba trabajando hacia el mismo objetivo.

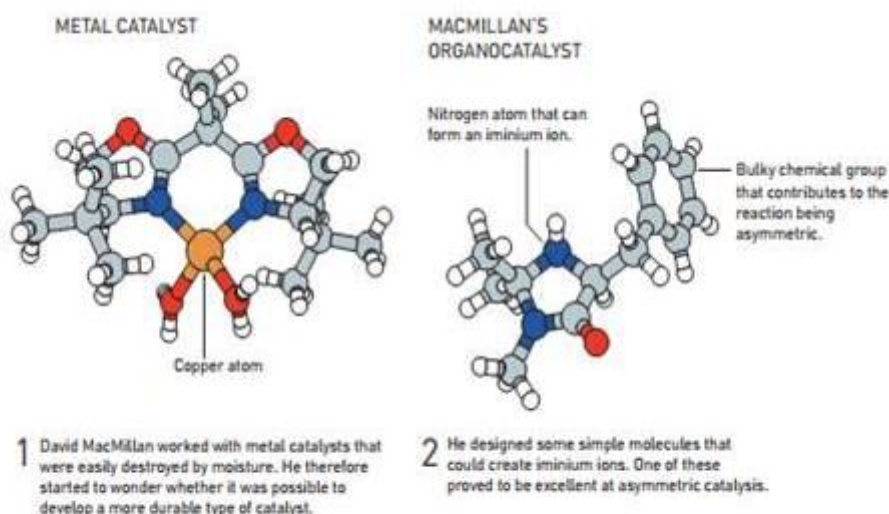
David MacMillan deja atrás los sensibles metales ...

Dos años antes, David MacMillan se había mudado de Harvard a UC Berkeley. En Harvard él había trabajado en la mejora de la catálisis asimétrica utilizando metales. Esta era un área que atraía mucha atención de los investigadores, pero David MacMillan notó que los catalizadores que se desarrollaban rara vez eran utilizados en la industria. Empezó a pensar en el por qué y asumió que los sensibles metales eran simplemente demasiado difíciles y costosos de usar. Lograr las condiciones de humedad y ausencia de oxígeno libre exigidas por algunos catalizadores metálicos es relativamente simple en un laboratorio, pero la fabricación industrial a gran escala en tales condiciones es complicada. Su conclusión fue que, si las herramientas químicas que estaba desarrollando iban a ser útiles, necesitaba repensarlas. Entonces, cuando se mudó a Berkeley, dejó atrás los metales.

... y desarrolla una forma más simple de catalizador

En cambio, David MacMillan comenzó a diseñar moléculas orgánicas simples que, al igual que los metales, podría proporcionar o acomodar electrones temporalmente. Aquí, necesitamos definir qué son *moléculas orgánicas* - en resumen, estas son las moléculas que construyen todos los seres vivos. Tienen una estructura estable de átomos de carbón. Los grupos químicos activos están unidos a esta estructura de carbono y, a menudo, contienen oxígeno, nitrógeno, azufre o fósforo.

Las moléculas orgánicas constan así de elementos simples y comunes, pero, dependiendo de cómo se unen, pueden tener propiedades complejas. El conocimiento de química de David MacMillan le indicaba que para que una molécula orgánica catalizara la reacción que le interesaba, necesitaba poder formar un **ion iminio**. Este contiene un átomo de nitrógeno, que tiene una afinidad inherente por los electrones. Seleccionó varias moléculas orgánicas con las propiedades adecuadas y luego probó su capacidad para conducir una **reacción de Diels-Alder**, que los químicos utilizan para construir anillos de átomos de carbono. Justo como había esperado y creído, funcionó de manera brillante. Algunas de las moléculas orgánicas también fueron excelentes en catálisis asimétrica. De dos posibles imágenes en espejo, una de ellas comprendía más del 90 por ciento del producto.



©Johan Järnstedt/The Royal Swedish Academy of Sciences

1.- David MacMillan trabajó con catalizadores metálicos que eran fácilmente destruidos por la humedad. Por lo tanto comenzó a preguntarse si era posible desarrollar un tipo de catalizador más duradero.

2.- Él diseñó algunas moléculas simples que podrían crear iones de iminio. Una de estas demostró ser excelente en catálisis asimétrica.

David MacMillan acuña el término organocatálisis

Cuando David MacMillan estuvo listo para publicar sus resultados, se dio cuenta de que el concepto de catálisis que había descubierto necesitaba un nombre. El hecho es que los investigadores habían logrado previamente catalizar reacciones químicas utilizando pequeñas moléculas orgánicas, pero estos eran ejemplos aislados y nadie se había dado cuenta de que el método podía generalizarse.

David MacMillan quería encontrar un término para describir el método para que otros investigadores entendieran que había más catalizadores orgánicos por descubrir. Su elección fue **organocatálisis**. En enero de 2000, justo antes de que Benjamin List publicara su descubrimiento, David MacMillan presentó su manuscrito para publicación en una revista científica. La introducción dice: "En este documento, presentamos una nueva estrategia para la organocatálisis que esperamos sea susceptible para una serie de transformaciones asimétricas".

El uso de la organocatálisis se ha disparado

Independientemente el uno del otro, Benjamín List y David MacMillan habían descubierto un concepto de catálisis completamente nuevo. Desde 2000, los desarrollos en esta área casi se pueden comparar con una fiebre del oro, en que List y MacMillan mantienen posiciones de liderazgo. Han diseñado multitud de organocatalizadores baratos y estables, que pueden utilizarse para impulsar una gran variedad de reacciones químicas. Los organocatalizadores no solo consisten en moléculas simples: en algunos casos, al igual que las enzimas, pueden trabajar en una especie de "cinta transportadora". Anteriormente, en los procesos de producción química era

necesario aislar y purificar cada producto intermedio, de lo contrario el volumen de subproductos sería demasiado. Esto llevaba a que parte de la sustancia se perdiera en cada paso de una construcción química. Los organocatalizadores son mucho más indulgentes ya que, con relativa frecuencia, varios pasos en un proceso de producción se pueden realizar en una secuencia ininterrumpida. Esto se llama reacción en cascada, que puede reducir el desperdicio en la fabricación de productos químicos.

La síntesis de estricnina ahora es 7.000 veces más eficiente

Un ejemplo de cómo la organocatálisis ha llevado a construcciones moleculares más eficientes es la síntesis de la molécula natural y asombrosamente compleja de estricnina. Mucha gente reconocerá la estricnina de los libros de Agatha Christie, reina de los asesinatos misteriosos. Sin embargo, para los químicos, la estricnina es como un cubo de Rubik: un desafío que desean resolver en la menor cantidad de pasos posible. Cuando la estricnina se sintetizó por primera vez, en 1952, requirió 29 reacciones químicas diferentes y solo el 0,0009 por ciento del material inicial formó estricnina. El resto se desperdició. En 2011, los investigadores pudieron utilizar organocatálisis y una reacción en cascada para construir estricnina en sólo 12 pasos, y el proceso de producción fue 7.000 veces más eficiente.

La organocatálisis es muy importante en la producción farmacéutica

La organocatálisis ha tenido un impacto significativo en la investigación farmacéutica, que con frecuencia requiere catálisis asimétrica. Hasta que los químicos pudieron realizar una catálisis asimétrica, muchos productos farmacéuticos contenían ambas imágenes especulares de una molécula; una de ellas activa, mientras que la otra a veces podía tener efectos no deseados. Un ejemplo catastrófico de esto fue el escándalo de la talidomida en los 1960's, en la que una imagen especular del producto farmacéutico talidomida causó graves deformidades en miles de embriones humanos en desarrollo.

Usando organocatálisis, los investigadores ahora pueden hacer grandes volúmenes de diferentes moléculas asimétricas. en forma relativamente simple. Por ejemplo, pueden producir artificialmente sustancias potencialmente curativas que, de lo contrario, solo pueden ser aisladas en pequeñas cantidades de plantas raras u organismos de aguas profundas.

En las empresas farmacéuticas, el método también se utiliza para agilizar la producción de productos farmacéuticos. Ejemplos de esto incluyen paroxetina, que se usa para tratar la ansiedad y la depresión, y el medicamento antiviral oseltamivir, que se usa para tratar infecciones respiratorias.

Las ideas simples suelen ser las más difíciles de imaginar.

Es posible enumerar miles de ejemplos de cómo se usa la organocatálisis, pero ¿por qué a nadie se le ocurrió antes este concepto simple, ecológico y económico para la catálisis asimétrica? Esta pregunta tiene muchas respuestas. Una es que las ideas simples son a menudo las más difíciles de imaginar. Nuestra visión está oscurecida por fuertes ideas preconcebidas

sobre cómo debería funcionar el mundo, como la idea de que solo los metales o las enzimas pueden provocar reacciones químicas. Benjamin List y David MacMillan tuvieron éxito al ver más allá de estas ideas preconcebidas para encontrar una solución ingeniosa a un problema con el que los químicos había luchado durante décadas. Los organocatalizadores están aportando, en este momento, el mayor beneficio para la humanidad.

Popular Science Background

Science Editors: Peter Brzezinski, Peter Somfai, Johan Åqvist, the Nobel Committee for Chemistry

Text: Ann Fernholm

Translator: Clare Barnes

Illustrations: ©Johan Jarnestad, Agnes Moe/The Royal Swedish Academy of Sciences

Editor: Sara Gustafsson

©The Royal Swedish Academy of Sciences

Traducción al español: Luz E. Lastres Flores

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

EL DESAFIO DE PENSAR, PROPONER, PLANIFICAR, Y EJECUTAR EN FORMA REMOTA LA XIX REUNION DE EDUCADORES EN QUÍMICA

Reseña realizada por Miriam Gladys Acuña, Gladis Edith Medina, Griselda Marilú Marchak y Alicia Jeannette Baumann.

Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Provincia de Misiones, Argentina.

E-mails: macuna@fceqyn.unam.edu.ar, gladisedithmedina03@gmail.com

En el año 2018, durante la XVIII Reunión de Educadores en Química que se realizó en la ciudad de Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina; la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN) de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) presentó la propuesta institucional para convertirse en la sede de la XIXREQ programada para agosto de 2020. Con la aceptación de la asamblea de la Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina (ADEQRA), se inició el camino de organización de la reunión.

Planificar el evento, elegir las fechas que permitieran a los participantes disfrutar de los encantos de nuestra pintoresca, exuberante y bella provincia, además del encuentro académico, ocupaban la atención. Armar un listado de posibles referentes disciplinares, diagramar las posibles actividades y posteriormente coordinar con las destacadas personalidades internacionales y nacionales la distribución en conferencias, panelistas de mesas redondas, proponentes de cursos y talleres; era tan importante como seleccionar fechas contrastantes con el período de mesas examinadoras o clases en la institución. Un tema relevante, realizar las primeras gestiones con los Ministerios de Educación de las provincias argentinas para solicitar las reglamentaciones vigentes que permitirían justificar las inasistencias a los docentes que eligieran participar de la reunión, esto facilitaría la redacción de proyectos ajustados a sus respectivos regímenes.

Todos los engranajes estaban en movimiento cuando en marzo del 2020, debido a la presencia del Virus SARS-CoV2 el Gobierno Nacional decretó la cuarentena y el Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO) y con ello la suspensión inmediata de las clases presenciales en todos los ámbitos educativos. La UNaM, adhirió a las medidas, lo que llevó a la comisión organizadora a permanecer expectante. Al no poder vislumbrar el retorno a las actividades presenciales, se procedió a la suspensión de la reunión presencial y en febrero de 2021 se decidió reprogramar la reunión en forma remota, en concordancia con la comunidad universitaria argentina que pasó a desarrollar sus actividades de enseñanza de modo virtual. El proceso inició nuevamente, y fue necesario diagramar, planificar y volver a acordar



nuevamente las actividades con los actores del evento, así como, la disponibilidad de agendas. Fue necesario, retomar la comunicación con los coordinadores de talleres para solicitar la migración a cursos remotos cortos; esto suponía además de la adecuación de los materiales, nueva disposición de la carga horaria, distribución de las actividades y metodología de evaluación.

Superadas estas instancias se decidió la fecha definitiva y se adoptó la carga horaria total de setenta horas distribuidas durante la semana del 9 al 13 de agosto de 2021. Los catorce docentes integrantes del comité organizador por la UNaM, pusieron manos a la obra. Las actividades desplegadas se realizaron mediante la utilización conjunta de las plataformas MOODLE y WEBEX adoptadas en el ámbito de la FCEQyN para el desarrollo de las actividades virtuales.

Este trabajo pretende dar a conocer las actividades desarrolladas en el contexto de la XIXREQ, reunión que contó con 233 participantes entre conferencistas, panelistas de mesas redondas, docentes y estudiantes de profesorado.

Se expusieron 125 trabajos organizados por ejes y presentados en catálogos con los posters y videos previamente requeridos a los autores según formato específico, estos catálogos estuvieron disponibles para su visualización en el aula virtual. Los ejes fueron: Propuestas para el aula de química en modalidad presencial y/o virtual. La formación inicial y continua del profesorado en química. La interdisciplinariedad como estrategia para la educación en química. Los aportes de la investigación en didáctica de las ciencias para la educación en química. Experiencias de enseñanza remota y de emergencia de Química. Libros y tesis relacionados con la Química y su enseñanza.

Para la presentación de los trabajos se organizaron nueve salas de discusión sincrónica, coordinadas por dos o tres autores noveles cuyos trabajos pertenecían al eje. De esta manera se les brindó la oportunidad de ser protagonistas en esta nueva modalidad de trabajo al conducir el intercambio durante dos horas reloj. Estas instancias de discusión, si bien mediadas por los cuadraditos en la pantalla, resultaron muy productivas, alcanzando el propósito original de afianzar las relaciones, lograr el intercambio, la conexión, el planteo de dudas y nuevas propuestas de experiencias realizadas, plausibles de ser replicadas en otras aulas y contextos e inclusive al mismo tiempo, ofreciéndose alternativas y modificaciones que incluyan otros contenidos no contemplados originalmente.

El programa incluyó cinco conferencias, distribuidas diariamente, habilitando la oportunidad de escuchar voces de nivel internacional, tales como:

Dra. Sibel Erduran, Oxford University, Reino Unido. Presidente de la Asociación Europea de Investigación en Educación (ESERA). Habilidades en Educación Química para el Siglo XXI: La promoción del pensamiento crítico sobre el conocimiento y los métodos en Química. Donde la Dra. María Gabriela Lorenzo del CIAEC (FFyB, UBA) ofició de presentadora y resumió la conferencia. Si bien la presentación fue grabada y traducida la Dra. Erduran

habilitó la posibilidad de responder a las preguntas que surgieran, en otro encuentro durante las sesiones de la escuela CONGRIDEC 2021, programado para el 22/09 a las 12 hs. Durante este último, el intercambio fue amplio con variadas preguntas y respuestas ajustadas a las situaciones planteadas.

La Dra. Liliana Hebe Lacolla del Profesorado de Enseñanza Media y Superior de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, brindó una conferencia sincrónica sobre las *Fake news, una oportunidad para la enseñanza de las ciencias*. Coordinada por la Mgter. Teresa Quintero y la Esp. Griselda Marchak (FCEQyN – UNaM). El tema tan pertinente en estos momentos y circunstancias habilitó el intercambio fluido entre los asistentes y permitió proponer diversos temas disparadores. Sobre todo en cuanto al material de discusión que aporta el Virus SARS-CoV2 para abordar tanto desde la Química, como desde la Biología u otras ciencias.

Posteriormente desde Italia el Dr. Aldo Borsese, perteneciente a la Universidad de Génova, adoptó la modalidad de presentación grabada, enviando la conferencia en video donde abordó el tema de *La comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje*, desde el punto de vista de su extensa tarea desarrollada ya que actualmente se encuentra en etapa de jubilación. Aunque continúa desarrollando clases de modo remoto y en ese sentido, expresó que *la comunicación se realizará no sólo si el oyente posee ya un bagaje cultural adecuado, sino también si posee una buena predisposición a relacionar y comparar las informaciones. Esas herramientas para establecer relaciones y comparaciones la ofrecerá el docente predispuesto y preparado.*

El Dr. Agustín Adúriz-Bravo, en su conferencia: *Enseñanza de las ciencias y educación ciudadana en tiempos turbulentos*, presentó una revisión de las propuestas de enseñanza de las ciencias que apuntan a valores socialmente instalados en la actualidad, relacionados con las distintas generaciones de derechos humanos. Expuso ejemplos seleccionados de producción didáctica alineada con nuevas finalidades de impronta humanista, que incluyen la participación en asuntos socio científicos, la toma de decisiones informadas, la lectura crítica de la información circulante y la evaluación de la ciencia como actividad. Sin dejar de lado a la epistemología y la historia de la ciencia que debieran ser consideradas en este reperfilamiento de los objetivos generales de la ciencia a enseñar. Subrayó la necesidad y urgencia de asumir estos cambios en el contexto actual, plagado de desafíos. Temas que habilitaron el intercambio y la participación de los asistentes, relacionando con temarios desarrollados por otros conferencistas que lo precedieron.

En las dos mesas redondas que pusieron de manifiesto el habitual carácter federal de las Reuniones Educadores en la Química, intervinieron cuatro panelistas distribuidos en dos temas congregantes.

1- *La educación en ciencias en tiempos de enseñanza remota y de emergencia*. Coordinados por la Dra. Silvia Porro se logró un clima descontracturado y fluido, donde el Dr. Ignacio Idoyaga, de la Universidad de Buenos Aires. A continuación, la Dra. Leticia García, perteneciente a la Universidad Nacional de Córdoba, que cedió la palabra

a la Dra. Andrea Farré, de la Universidad Nacional de Río Negro. Cerrando la Dra. Raquel Alarcón, Universidad Nacional de Misiones. Encadenaron temas como *Extender el laboratorio para hibridar la experiencia. Desarrollo de prácticas científicas en el contexto de enseñanza remota y de emergencia. ¿Qué implicó y que nos deja la enseñanza remota y de emergencia de la química? Las ciencias como construcción interdisciplinaria. Puentes con las ciencias del lenguaje.* Presentaron un panorama amplio, variado y atractivo sobre las posibilidades que brindó el aislamiento sorpresivo y los modos posibles de trabajar para continuar utilizando todo el potencial y la energía docente, buscando y utilizando diversos recursos disponibles.

2- *La formación y profesionalización de los profesores en Química*, en este caso la coordinación recayó en el Dr. José Galiano de la Universidad Nacional de Santiago del Estero y los panelistas intervinientes Dra. Silvia Porro, de la Universidad Nacional de Quilmes, nos presentó el tema *La importancia de formar docentes para enseñar Química en contexto.* A continuación la Mag. Marina Masullo, de la Universidad Nacional de Córdoba planteó sobre *La investigación educativa en los institutos de formación docente. El caso de los profesorados de química de la provincia de Córdoba.* Posteriormente la Dra. María Basilisa García, desde la Universidad Nacional de Mar del Plata, expuso sobre las *Trayectorias de profesionalización de futuros Profesores de Química: la necesidad de nuevos planes de estudio.* Finalizó la Dra. Beatriz del Valle Argüello, docente jubilada de la Universidad Nacional de Misiones con un tema *mas personal, Mi experiencia como docente de una universidad joven.* Esta mesa puso de manifiesto la importancia de participar e involucrarse en los diseños de nuevos planes de estudios para propiciar los cambios necesarios ante el contexto actual donde tomar en consideración los resultados de las investigaciones en didáctica, los nuevos modos de aprender de los estudiantes, los recursos y tecnologías disponibles harían posible una mejor formación de los Profesores de Química que serán formadores de generaciones que se comunican y desenvuelven en un mundo vertiginosos con resultados vertiginosos frutos de la utilización de la tecnología y los nuevos conocimientos rápidamente accesibles.

Exclusivamente desde el aula virtual se gestionaron cinco cursos, con evaluaciones y cupos asignados por los docentes responsables, estos debieron ser ampliados por la alta demanda, por razones operativas se asignó un encuentro sincrónico por curso. Se asignaron certificados de aprobación, el detalle, cuadro 1.

Curso	Carga horaria	Destinado a	Docentes
Rúbricas y algo más	9	Docentes de todos los niveles y a estudiantes	Lic. Laura Melchiorre Universidad Nacional de General San Martín
La cristalografía desde un enfoque interdisciplinario de la ciencia	9	Docentes de todos los niveles, estudiantes de profesorados	Juan Ariel Pullao, Adriana Serquis Universidad Nacional de Río Negro. Sede andina. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.
Seguridad en el laboratorio de	6	Docentes de nivel primario,	Griselda P. Scipioni, Alicia J. Baumann, Carla G. Silva, Marcela A. Sadañoski, Emiliano R. Neis.

enseñanza de Química		secundario y terciario, estudiantes de profesorados.	Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones
Conectados en la clase de Química exploramos nuevas herramientas tecnológicas para incorporar a las clases.	3	Docentes de todos los niveles, estudiantes de profesorados.	María Clara Záccaro Silvina Victoria García Facultad de Ingeniería (FI), Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.
Las posibilidades de juego en la enseñanza de la Química	6	Docentes de todos los niveles, estudiantes de profesorados.	Patricia Caravelli, Lucas Raposo y Dra. Andrea Farré Universidad Nacional de Río Negro. Sede andina. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina

Cuadro Nº 1. Detalles de los cursos, responsables, carga horaria y destinatarios.

Esta primera experiencia íntegramente virtual tanto para la ADEQRA como para el comité responsable de la organización, que a su vez debutaba con un evento de estas características, requirió de predisposición a organizar, diseñar escenarios de trabajos, contar con planes de contingencia, corregir sobre la marcha, capacidad de respuesta en tiempo real. Acondicionar los materiales recibidos en el aula virtual y darle un recorrido claro, amigable y comprensible sin dejar de lado los requerimientos de los responsables de cursos. Significó utilizar por primera vez herramientas informáticas que permitieran el almacenado y la conformación de los catálogos de posters y videos recepcionados, para permitir un acceso rápido y ameno a los mismos. Asimismo, el trabajo de planificar, diseñar y posteriormente compendiar el libro de resúmenes, mediante el trabajo colaborativo a distancia requirió de paciencia y constancia para lograr con toda la información incluida, una presentación agradable de leer y observar de manera tal que, se pueda elaborar preguntas destinadas a los autores durante las sesiones de discusión.

A su vez, los participantes en sus diferentes roles como evaluadores de trabajos, conferencistas, panelistas de mesas redondas, autores, expositores coordinadores de salas de discusión o mesas, facilitaron la fluidez del encuentro y que se lograra finalizar exitosamente, tal como, se observa en la Figura 1.

Sin duda una gran experiencia que demuestra una vez más la capacidad del docente para adaptarse a contextos y requerimientos diversos que caracterizan a todos aquellos comprometidos con la práctica de enseñar para facilitar aprendizajes que se utilicen para resolver los retos cotidianos utilizando los conocimientos adquiridos.

Probablemente la planificación de la próxima REQ, versión XX, deberá contemplar la posibilidad de utilizar una modalidad mixta, puesto que la participación virtual facilita la disminución de los gastos en traslado y hospedaje, aunque nos quede pendiente ese encuentro presencial que tantas satisfacciones personales conlleva.

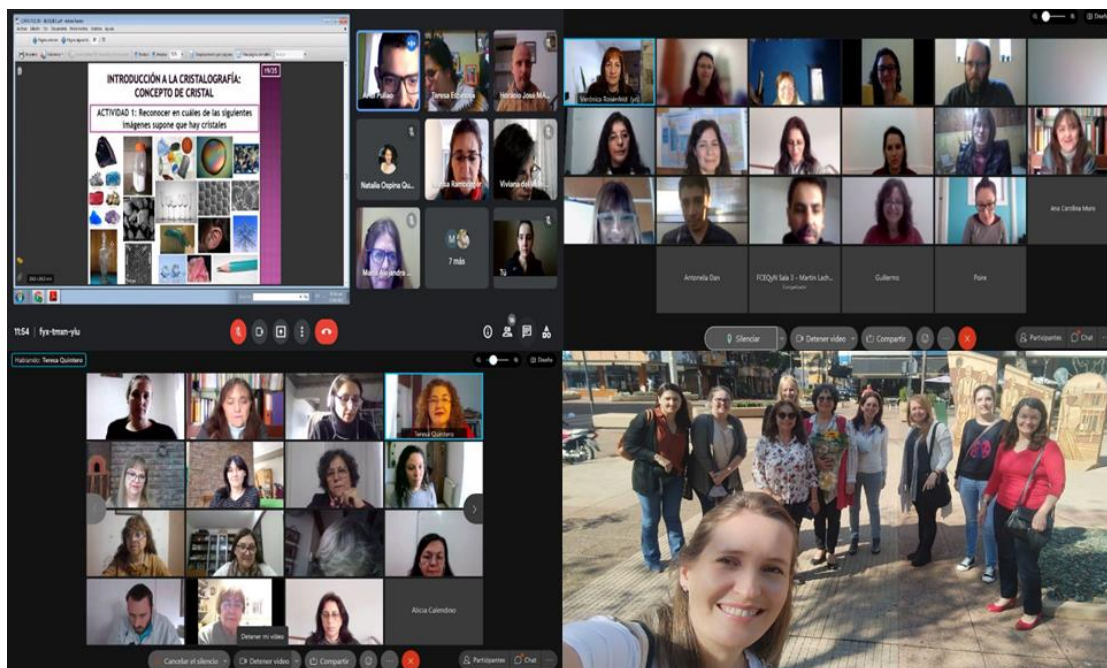


Figura 1. Imágenes de la REQ XIX. Arriba: izquierda, clase sincrónica de un curso; derecha, sesión de discusión. Abajo: izquierda, acto de cierre; derecha, integrantes del comité organizador.

Por último, en un emotivo acto de cierre, se entregó el Premio ADEQRA Dra. Luz Lastres en reconocimiento a la trayectoria y promoción de la enseñanza de la Química a la Dra. María Gabriela Lorenzo. Asimismo se otorgó la distinción de socias honorarias de ADEQRA a la Dra. Silvia Porro y a la Dra. Lidia Galagovsky.

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

ACERCANDO DISTANCIAS, COMPARTIENDO SABERES. LA ESCUELA DE POSGRADO CONGRIDEC 2021

Reseña elaborada por José Galiano, Presidente Comisión Organizadora

Universidad Nacional de Santiago del Estero

E-mail: joseegaliano@gmail.com

Entre el 22 y el 24 de septiembre pasados se desarrolló en el campus virtual de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, la V Escuela de Posgrado CONGRIDEC, Santiago del Estero 2021, que bajo el lema "*Acercando distancias, compartiendo saberes*" fue organizada de manera conjunta por el Instituto de Investigación y Estudios en Enseñanza de las Ciencias (IIEEC) de la Facultad de Agronomía y Agroindustrias (FAyA) y el Consorcio de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias Naturales y Experimentales de la Argentina (CONGRIDEC).

Esta edición fue declarada de interés académico por la FAyA, el Rectorado de la UNSE; de interés provincial, legislativo, educativo y social por la Cámara de Diputados de la Provincia de Santiago del Estero y auspiciada por el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) de la Facultad de Bioquímica y Farmacia de la UBA, la Asociación de Educadores en Química de la República Argentina (ADEQRA), la Asociación de Profesores de Física de Argentina (APFA), la Asociación de Docentes de Biología de la República Argentina (ADBIA), la Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y el Caribe, el Instituto de Investigación en Educación Superior (IIES) y la Mesa Interamericana de Dialogo por la Educación Científica (MIDEC), entre otras.

Si bien los destinatarios específicos de la Escuela son graduados universitarios o titulaciones equivalentes, argentinos o latinoamericanos, que se encuentren inscriptos en algún programa acreditado de educación de posgrado en el campo de la Educación en Ciencias, ante los importantes referentes nacionales e internacionales en las Mesas de Discusión previstas, se habilitó la asistencia del público interesado. Luego de la sesión inaugural que contó con la presencia de la Dra. Gabriela Lorenzo, Presidenta del CONGRIDEC, la Dra. Myriam Villarreal, Decana FAyA, el Sr. Rector de la UNSE, Ing. Héctor Paz y el suscripto (Dr. José Galiano) en su calidad de Director del IIIEC y presidente del Comité Organizador, se habilitó la actividad "Revisitando la XIX REQ: Preguntas y respuestas con Sibel Erduran" donde la reconocida exponente de la Universidad de Oxford, respondió amablemente las inquietudes surgidas desde su conferencia en la REQ de Misiones desarrollada en el mes de Agosto. La primera mesa de discusión: "Las tendencias en la investigación en didáctica de las ciencias en Latinoamérica en el nuevo escenario educativo" contó con las disertaciones del Dr. Mario Quintanilla de la Universidad católica de Chile y la Dra. Gabriela Lorenzo de la UBA. La segunda mesa: "Investigar para enseñar,



enseñar a investigar” desarrollada con las participaciones de los Dres. David González Gómez de la Universidad de Extremadura (España), José Manuel Saez López de la UNED (España) e Ignacio Idoyaga de la Universidad de Buenos Aires (Argentina). La tercera mesa del día 24: “Resultados, publicaciones y revistas” estuvo a cargo de los Dres. Ernest Abadal Falgueras responsable de publicaciones de la Universidad de Barcelona (España), Jenaro Guisasaola de la Universidad del País Vasco (España) y la Dra. María Josefa Rassetto de la Universidad del Comahue (Argentina).

La Escuela recibió quince participantes, diez nacionales y cinco extranjeros. La coordinación de tutores estuvo a cargo de las Mg. Teresa Quintero y Priscila Biber, bajo la coordinación general de la Dra. Andrea Farré. El equipo de tutores integrado por Adriana Bertelle, Guillermo Cutrera, Nancy Fernández, Ana Fuhr, Silvia García de Cajén, María Josefa Rasetto, Leticia Lapasta, Rosa Nidia Tuay Sigua de Colombia, Carlos Mario Vanegas de Chile y Jairo Ortíz Revilla de la Universidad de Burgos (España) como tutor expositor.

También se ofrecieron cursos asincrónicos mediados por plataforma: “Reflexiones y análisis de investigaciones en didáctica de las ciencias” a cargo de la Dra. Andrea Farré; “Herramientas para la caja de la/del tesista” a cargo de la Dra. Gabriela Lorenzo y el Lic. Germán Sánchez e “Imágenes e Investigación en Didáctica de las Ciencias” a cargo del Dr. Andrés Raviolo.

Los trabajos desarrollados por los participantes de la escuela, ya evaluados por sus tutores y comité, así como las disertaciones de los reconocidos panelistas nacionales e internacionales se plasmarán en una obra editada por EDUNSE a denominarse “Investigaciones en Educación en Ciencias Naturales” la V Escuela de Posgrado CONGRIDEC, Santiago del Estero 2021, que ya se encuentra en elaboración.

En esta V Escuela, en la ciudad más antigua del país, la “Madre de Ciudades”, mucho fue lo desarrollado, cuantioso lo aprendido, más aún lo por mejorar, incontable lo compartido, pero, aunque dice la chacarera que cuando se sale de Santiago se llora todo el camino, sabemos que lo mejor siempre está por venir.

Hasta la próxima edición conjunta con el WIDIC. ¡Hasta pronto!

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

CONGRESOS, JORNADAS, SEMINARIOS DE AQUÍ Y DE ALLÁ...

Informe elaborado por Dra. Andrea S. Farré, Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina

NARST 2022, 95th ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE

Unity and inclusion for global scientific literacy: Invite as a community. Unite as a community

Organizada por la National Association of Research in Science Teaching
27 al 30 de marzo de 2022, Vancouver, BC, Canadá

<https://narst.org/conferences/2022-annual-conference>

VII CONGRESO INTERNACIONAL DE DOCENTES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y JORNADAS SOBRE INVESTIGACIÓN Y DIDÁCTICAS STEM (CIENCIA, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y MATEMÁTICAS)

Organizado por la Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid

Fecha límite para la inscripción y la recepción de resúmenes de ponencias: 15 de enero 2022

19 a 22 de abril de 2022, Madrid, España

<http://www.epinut.org.es/CDC/7/index.htm>

VI SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS (SIEC 2022)

Organizado por la Universidad de Vigo

13 a 16 de junio 2022

Envío de comunicaciones hasta: 28 de febrero de 2022

Pago reducido hasta: 28 de febrero de 2022

<https://siec2022.webs.uvigo.es/index.html>

2022 IHPST BIENNIAL CONFERENCE

Energizing education with the history, philosophy, and sociology of science

Organizado por la Universidad de Calgary

Incluye una Escuela de Graduados y también la presentación de experiencias de aula por parte de docentes

3 al 7 de julio de 2022, Calgary, Alberta, Canadá

https://ihpst.clubexpress.com/content.aspx?page_id=22&club_id=360747&module_id=400512

ECRICE 2020/2022

Excellence and Innovation in Chemistry Teaching and Learning

Organizada por The Weizmann Institute of Science

11 al 13 de julio de 2022, Israel

<http://www.weizmann.ac.il/conferences/ECRICE2020/>



26TH IUPAC INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHEMISTRY EDUCATION (ICCE 2022)

Responding to 21st imperatives in Chemistry Education

Organizada por The South African Chemical Institute, University of Cape Town, University of Pretoria, University of the Witwatersrand

Fecha límite para la presentación de resúmenes de presentaciones orales o posters: 14 de febrero de 2022

Fecha límite para la presentación de workshops: 14 de febrero de 2022

Inscripción temprana: hasta 15 de abril de 2022

18 al 22 de julio de 2022, Ciudad del Cabo, Sudáfrica

<https://icce2022.org.za/>

BIENNIAL CONFERENCE ON CHEMICAL EDUCATION (BCCE 2022)

New approaches to modern challenges

Organizada por Purdue University y American Chemical Society

31 de julio al 4 de Agosto de 2022

<https://bcce2022.org/>

V JORNADAS INTERNACIONALES PROBLEMÁTICAS EN TORNO A LA ENSEÑANZA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR DIÁLOGO ABIERTO ENTRE LA DIDÁCTICA GENERAL Y LAS DIDÁCTICAS ESPECÍFICAS

La enseñanza Superior ante la disrupción provocada por la Pandemia. Horizontes posibles.

Organizadas por la Facultad de Filosofía y Letras y la Facultad de Educación de la Universidad Nacional de Cuyo.

Fecha límite para el envío de resúmenes: 14 de marzo de 2022

Fecha límite para el envío de papers completos: 30 de abril de 2022

3, 4 y 5 de agosto de 2022, Mendoza, Argentina. Formato Bimodal: virtual y presencial.

XXI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA

Democratização do Ensino de Química: (des)caminhos das políticas públicas brasileiras

Organizado por la Sociedade Brasileira de Ensino de Química

Inscripción temprana: hasta el 12 de febrero de 2022

23 al 26 de agosto de 2022, Uberlândia, MG, Brasil

<https://eventos.ufu.br/xxieneq>

<https://www.even3.com.br/xxieneq2022/>

30 ENCUENTROS INTERNACIONALES DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES (APICE) y 6^a ESCUELA DE DOCTORADO

La enseñanza de las ciencias en un entorno multicultural

Fecha límite para el envío de trabajos para el encuentro: 15 de enero de 2022

Fecha límite para el envío de propuestas para la escuela: 19 de marzo de 2022

Inscripción tarifa reducida: De 21 de abril a 15 de mayo de 2022

6^a Escuela: 5 al 6 de septiembre de 2022, Melilla

30 Encuentros 7 al 9 de septiembre de 2022, Melilla (puede participarse en forma virtual)

<https://www.30edcemelilla.es/>

VIII JORNADAS NACIONALES Y IV LATINOAMERICANAS DE INGRESO Y PERMANENCIA EN CARRERAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS 2022

Organizado por Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional.

Fecha límite para el envío de trabajos completos: 30 de mayo de 2022
12 al 14 de Octubre de 2022, San Nicolás, Buenos Aires.

Información: www.frsn.utn.edu.ar/ipecyt2022

VIII SEMINARIO IBEROAMERICANO CTS (VIII SIACTS)/ XII SEMINARIO IBÉRICO CTS 2022

Interações CTS: Impactos Sobre o Ambiente, a Saúde e a Educação

Organizado por la Universidade Cruzeiro do Sul y la Asociación Iberoamericana de Ciencia-Tecnología-Sociedad en la Educación en Ciencias (AIA – CTS)

Fecha límite para la recepción de resúmenes (comunicaciones orales, poster, talleres, simposios): 31 de enero de 2022

22 al 24 de noviembre de 2022, se realizará en forma virtual

<https://www.cruzeirodosul.edu.br/a-cruzeiro-do-sul/siacts/>

Otros eventos programados y reprogramados para el año 2022:

- **IV WORKSHOP EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y EXPERIMENTALES (IV WIDIC) Y ESCUELA DE POSGRADO CONGRIDEC.** Organizados por la Universidad Nacional de Tierra del Fuego y el CONGRIDEC. Programado para octubre de 2022
- **XXXIII CONGRESO ARGENTINO DE QUÍMICA.** Organizado por la Asociación Química Argentina. Reprogramado para el año 2022
<http://www.aqa.org.ar/>
- **XXXI JORNADAS DE EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA.** Organizadas por el Área Lógico-Epistemológica de la Escuela de Filosofía y el Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba. Reprogramada para el año 2022
<http://blogs.ffyh.unc.edu.ar/ejorn/pagina-principal/>

Pedido de aportes: Si los lectores han participado de algún evento y quieren hacer una reseña del mismo o si quieren difundir alguna reunión científica, pueden escribir a asfarre@unrn.edu.ar