

# Educación en la Química

Volumen 27, Número 1

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.

## 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 Río 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*



latindex



OJS / PKP

### **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:

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



## **Tabla de Contenidos**

### **Editorial**

EDENLAQ abierta al Mundo <i>María Gabriela Lorenzo y Germán Hugo Sánchez</i>	1
Semblanza y obituario para Gisela Hernández Millán <i>Cristina Rueda</i>	2-9

### **Investigación en Didáctica de la Química**

Dificultades conceptuales en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono en el nivel secundario que surgen de una revisión bibliográfica <i>Laura Alejandra Eguren y Cristina Iturralde</i>	10-21
--	-------

### **Innovación para la Enseñanza de la Química**

Química en contexto agronómico. Una propuesta consolidada para el tema fórmulas químicas y nomenclatura de compuestos inorgánicos <i>María Alejandra Goyeneche, Analía Inés Margheritis y Lydia Raquel Galagovsky</i>	22-34
Experiencia teórica-práctica virtual sobre tensión superficial y capilaridad <i>Juan Ariel Pullao, Mauricio Arce y Adriana Serquis</i>	35-41
Productos químicos de uso domiciliario. Mitos y realidades <i>Marcela F. Medina, Patricia Rojas, Gerardo R. Argañaraz, Mónica I. Rodríguez y Cristina Torres</i>	42-50
VTOS: visualizador tridimensional de operaciones de simetría para el grupo puntual D2 <i>Rosa Elena Arroyo-Carmona, Hugo Vázquez-Lima, Samuel Hernández-Anzaldo, Yasmi Reyes-Ortega y Aarón Pérez-Benítez</i>	51-59
Pandemia y continuidad pedagógica: reflexionando sobre la química en el contexto de la inmunología y sobre educación remota de emergencia. <i>Silvina Lompardía</i>	60-68
Nuevas experiencias en un curso de Química universitaria <i>Tatiana Edith Vergara</i>	69-76
Residencia, juegos y pandemia <i>Sandra A. Hernández y Natalia V. Martín</i>	77-84

### **Artículos breves sobre la Enseñanza de la Química durante la pandemia**

Mirando al futuro en tiempos de pandemia: aportes para la construcción del perfil técnico-profesional (artículo breve) <i>Walter Acosta, Evangelina Martínez y Laura Reyero</i>	85-89
Los estados de agregación de la materia: una propuesta para las aulas de secundaria básica (artículo breve) <i>Evangelina Martínez</i>	90-94
Pandemia, docencia y oportunidades (artículo breve) <i>Daniel Héctor Grasso</i>	95-99

El desafío de reorganizar la Didáctica de la Química y su Enseñanza (artículo breve) <i>María Alejandra Carrizo, Marta Barutti, Marisol Sosa y Silvia Liendro</i>	100-104
La pandemia como motor de la innovación forzada: una experiencia en Química Inorgánica en condiciones de ASPO (artículo breve) <i>Leonardo Lupi y M. Soledad Islas</i>	105-109
Cambios en la estrategia de enseñanza. Aplicación del aprendizaje basado en problemas ante la pandemia (artículo breve) <i>Alicia J. Baumann</i>	110-114
La virtualidad en retrospectiva: reflexiones sobre el cursado virtual de química en el primer año de universidad en condiciones de aislamiento social (artículo breve) <i>Juan Pablo Sánchez, Gustavo Belletti y Paola Quaino</i>	115-119
Enseñar Química General universitaria en tiempos de emergencia (artículo breve) <i>M. Sol Regonat, Germán Hugo Sánchez y Héctor Santiago Odetti</i>	120-124

### ***La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo***

Enseñar ciencias en los nuevos escenarios. Reflexiones sobre el rol de la universidad en la formación del pensamiento y la acción científica <i>Mauro Fioramonti y María Belén Manfredi</i>	125-129
Construyendo redes: CONGRIDEC 2020 <i>Norma B. Jones y Andrea S. Ciriaco</i>	130-133
Reseña del libro Enseñar química. De las sustancias a la reacción química (2020). Aureli Caamaño (coord.), Editorial Graó, Barcelona. <i>Lydia Galagovsky</i>	134-135
Congresos, jornadas, seminarios de aquí y de allá... <i>Andrea S. Farré</i>	136-141

## *Editorial*

### **EDENLAQ ABIERTA AL MUNDO**

Con este número inauguramos una nueva etapa de nuestra Revista Educación en la Química, buscando ofrecer a las y los educadoras/es en la química la calidad de siempre y los beneficios de estos nuevos tiempos digitales. Es nuestro compromiso brindar una mayor visibilidad a nuestra Revista y por lo tanto al trabajo de nuestras/os autoras/es.

Como parte de la renovación de ADEQRA, a partir de 2021 contamos con una nueva y actualizada página web (<http://educacionenquimica.com.ar/ojs>) desde donde se gestionará el sistema de revistas abierto OJS (Open Journal System) bajo una Licencia internacional Creative Commons Atribución-No Comercial-Sin Derivadas 4.0.

A su vez, renovamos las secciones de la revista para responder a las corrientes didácticas y emergentes contemporáneos organizando los artículos en tres grandes bloques: Investigación en didáctica de la Química, Innovación para la enseñanza de la Química y La Educación en Química en Argentina y en el Mundo.

Como siempre, continuaremos brindando información de interés, novedades y congresos, resúmenes de tesis y todo contenido que resulte de utilidad para nuestra comunidad.

En este primer número de esta nueva etapa dedicamos un espacio para recordar y homenajear a una querida maestra y colaboradora de nuestra revista Gisela Hernández Millán de la Universidad Nacional Autónoma de México, a través de las sentidas palabras de la Dra. Cristina Rueda.

La enseñanza de la química en la pandemia de COVID-19 es uno de los temas que más investigaciones, propuestas y reflexiones ha generado. Así lo evidencian los artículos y las contribuciones breves referidos a ese tema contenidos en este número. La educación en química además continúa produciendo conocimiento en diferentes áreas como queda plasmado en otros artículos, los congresos realizados y las publicaciones de libros de texto.

Esperamos que disfruten de este nuevo número y de esta nueva modalidad de comunicación y les invitamos a colaborar enviando sus trabajos y sugerencias para seguir mejorando cada día.

María Gabriela Lorenzo y Germán Hugo Sánchez

*Dirección Editorial*

Junio de 2021



## *Editorial*

### **SEMBLANZA Y OBITUARIO PARA GISELA HERNANDEZ MILLÁN**

*Profesora de la Facultad de Química de la UNAM y especialista en temas relacionados con la educación en ciencias, quien nos dejó el 17 de febrero pasado.*

Para mí es un gran honor y responsabilidad que se me haya invitado a hacer una semblanza de Gisela Hernández Millán, una profesora muy reconocida en el mundo académico de la educación química, no sólo a nivel universitario, por laborar en la Facultad de Química de la UNAM, sino que sus enseñanzas fueron también recogidas en los diferentes planteles del sistema de bachillerato de la UNAM. Pero, fue más allá del campus universitario al dar innumerables cursos y talleres en muchísimas instituciones educativas del país y en el extranjero en diferentes niveles desde primaria hasta en escuelas normales en el campo de la formación docente en ciencias.

Ella estudió la licenciatura en química, la cual concluyó en 1966 y desde esa fecha mostró su interés por la educación en química al tomar su primer curso de actualización: "Curso teórico práctico de pedagogía de la química moderna" en 1966.



Aquí aparece (segunda de izquierda a derecha de la primera fila abajo) con sus profesores (de traje) y sus compañeros de la Facultad de Química en el Taller

sobre Técnicas de la Educación. El cual, se llevó a cabo en South Western Baptist Theological Seminary, en Forth Worth, Texas U.S.A., en 1979.

En su currículo, se menciona que tomó mas 100 cursos de actualización en diversos temas relacionados con la educación, ya sea en el marco teórico de los porqués, como en el práctico de los cómo. Sin embargo, también se acercó a cursos de actualización en la disciplina para poder responder a los qué y en la filosofía y la historia de la ciencia para buscar respuesta en los para qué enseñar.

Para ello, además de su maestría en fisicoquímica tomó tres diplomados en temas de educación en ciencias

Con ese bagaje en constante movimiento fue invitada a participar en más de ochenta actividades como jurado o comisiones diversas para evaluar a sus pares.

Dio más ochenta cursos de licenciatura, 7 de maestría y casi 130 de actualización en enseñanza de las ciencias a profesores de todos los niveles tanto en el país como en el extranjero.

Además, fue arbitro de diversos artículos de revistas, de ponencias en congresos, de libros, y memorias, o sea más cincuenta arbitrajes. Lo que muestra lo reconocido que era su trabajo académico.

Escribió trece libros, tres capítulos de libros e hizo dos traducciones de libros relacionados con la educación en química para diferentes niveles educativos.

Dio varias conferencias magistrales y temáticas en México y en el extranjero y presentó 185 trabajos en congresos.

Pero su trabajo académico no sólo se centró en la investigación y la enseñanza, lo que ya es un gran logro de vida, sino también en la gestión, al organizar cinco congresos nacionales e internacionales, participar en la organización otros catorce y tener varios puestos académico-administrativos durante su vida.

Esto muestra su enorme compromiso con la educación en ciencias, de la cual hizo su razón de ser en la Facultad de Química de la que se jubiló apenas en octubre del 2019.

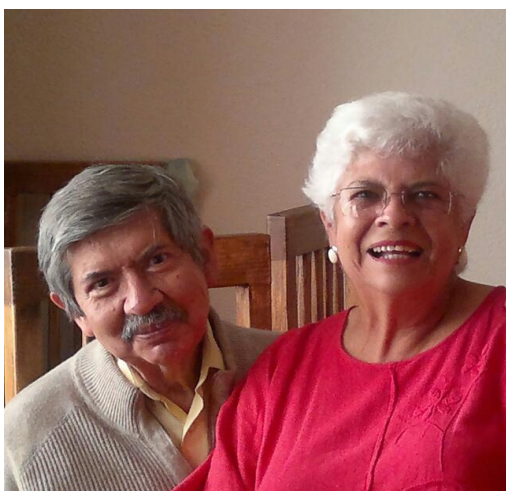
Por todo ello, recibió varios reconocimientos, como ser Presidenta de la Académica Mexica de Profesores de Ciencias Naturales, AMPCN, por dos periodos, ser miembro de su Consejo Consultivo, tener el reconocimiento del Consejo Mexicano de Investigación Educativa, COMIE y recibir el Premio Sor Juana Inés de la Cruz, máximo galardón que ofrece la UNAM a sus académicas, de ello su hija Gabriela Pedrero, señala: "Recuerdo su orgullo y alegría al ser premiada con el reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz, por su labor destacada en la docencia el 8 de marzo de 2017" exactamente el Día de Mujer que ella fielmente representó y una de las causas por las que luchó calladamente y con su ejemplo.

No obstante, su vida va más allá, era una entusiasta de los viajes ya sea yendo a grandes y lejanas ciudades como Budapest o Estambul o "puebloando" en las costas veracruzanas, en la huasteca potosina, en la mixteca oaxaqueña o en la ribera del lago de Pátzcuaro. Los organizaba con mucha dedicación y los disfrutaba aún más.



Otro renglón poco conocido era su interés por la defensa de causas sociales, políticas o económicas que afectaban a nuestra sociedad, en especial a América Latina y a México, por lo cual acudimos a un sin fin de marchas y manifestaciones, donde calladamente mostraba sus preocupaciones en estos campos.

Asimismo, fue una excelente esposa, pues con Rafael su marido, compartía infinidad de intereses sociales y políticos y desde luego científicos, madre, al educar a tres excelentes hijos, Gabriela, Alejandra y Héctor, dos de ellas formadas en la Facultad y abuela, a quienes apachaba (del nahuatl, abrazar con el alma), siempre.



Con Rafael su esposo.





Con Ana Isabel León, Andoni Garritz, Julieta Fierro y su nieta Flor.



Fue una excelente amiga, además de profesora y colega como lo demuestran este ramillete incompleto de **pesares** por su partida:

**Vicente Talanquer, investigador de la Universidad de Arizona, exalumno y exprofesor de la FQ-UNAM, premiado por la ACS en 2021 en el área de educación en química:**

*Con lágrimas en los ojos y un gran dolor en el corazón. Muchas gracias Gisela por tu amistad, y todo el apoyo que siempre me brindaste como educador.*

**Frida Díaz Barriga, Académica de la Facultad de Psicología de UNAM, reconocida investigadora internacional en temas relacionados con educación y colega muchos programas de formación docente:**

*Todo mi cariño y admiración para Gisela, una gran persona, su huella queda en muchos de nosotros, no podemos decirle adiós sino hasta luego.*

**Elizabeth Nieto, profesora de Carrera de la FQ-UNAM, compañera y amiga de Gisela:**

*La conocí desde hace tres décadas, el primer encuentro fue como docente, tuve la suerte de que fuera mi tutora en momentos de cambios en los planes de estudio en la FQ donde se requería de la expertise de los mejores docentes para llevar a cabo la implementación de nuevas asignaturas en el currículo de las nuevas carreras.*

*Te voy a llevar muy dentro de mi corazón y siempre serás mi amiga y guía en mi vida.*

*Gracias Gisela por todo lo que compartiste conmigo.*

*Con cariño Elizabeth*

**Gabriela Pedrero Hernández, su hija mayor, maestra en química y docente de bachillerato:**

*Mi madre disfrutaba viajar, pasear por México y otros países. Era una mujer puntual, trabajadora, decidida, perseverante, organizadora, solidaria. Escribimos junto con la maestra Norma Mónica López villa tres libros de química para secundaria, el trabajo en equipo fue enriquecedor. Recuerdo su orgullo y alegría al ser reconocida con el reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz otorgado por la UNAM, por su labor destacada en la docencia el 8 de marzo de 2017.*

**Norma Mónica López Villa, profesora de la FQ-UNAM, compañera y amiga de Gisela:**

*Con una visión especial para armar programas académicos ejemplares, ubicaba perfecto al expositor adecuado para cada temática de docencia. Ví de cerca, muchas veces, como hábilmente ajustaba su discurso y actividades planeadas en los cursos y talleres para atender a las necesidades de los asistentes o bien para destacar algún tema relevante que se asomaba en ese momento. Conocí lo que significa ser amiga leal y solidaria.*

*Siempre que estuve con algún conflicto lo notaba... encontraba las preguntas precisas para saber qué me pasaba y mágicamente me iluminaba el panorama gris alentándome a salir del bache...*

*Nos acompañamos mucho. Buscábamos cómo coincidir. Estábamos una para la otra. Mi maestra de maestros. Mi amiga. Mi Gisela...*



**Plinio Sosa, profesor de Carrera de la FQ-UNAM, alumno, compañero y amigo de Gisela:**

*Yo fui su alumno, luego por ella empecé la carrera como académico y también nos hicimos muy amigos y compartimos muchos momentos en el área de la Educación Química. También me hice muy amigo de Gaby, Ale y Héctor, sus hijos. Con Rafael, su esposo, tuve innumerables conversaciones sobre ciencia y política. ¡La vamos a extrañar mucho!*

**Samuel Sosol, profesor del bachillerato UNAM, ya retirado y exalumno en cursos de actualización:**

*Descanse en paz, luz por siempre por ella. Una gran pérdida humana para su familia y par la Facultad de Química, nos formó y actualizó a muchos docentes tanto en los niveles medio-superior como superior. Mi agradecimiento a su compromiso docente y a sus enseñanzas en mi formación. Un fuerte abrazo a su familia.*

**Héctor Alejandro Cárdenas Lara. profesor de Carrera de la FQ-UNAM y compañero de Gisela:**

*Gracias por recordarnos a Gisela, tan humana, estará en nuestro corazón y en nuestros recuerdos académicos y en las alegrías compartidas.*

**Elizabet Nava Rodríguez, profesora del del bachillerato UNAM y exalumna en cursos de actualización:**

*Maravillosa docente y persona, siempre dispuesta a apoyarnos en nuestra formación docente.*

**Reyes Franco, profesor del del bachillerato UNAM y exalumno en cursos de actualización:**

*Qué triste noticia. Que esto lindos recuerdos tan gratos ayuden a soportar tan gran perdida.*

**Maricarmen Hidalgo, profesora del del bachillerato UNAM y exalumna en cursos de actualización:**

*Estoy muy triste...Para mi fue una de las mejores maestras que he tenido. Honesta, humilde, inteligente, sencilla, admirable exigente, sonriente, prudente, educada, respetuosa, LINDA PERSONA...por supuesto que la extrañaré mucho.*

**Silvia Porro, académica de la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina:**

*Una persona muy querida para mí. Extrañaremos mucho a Gisela.*

**Martha Bulwik, académica y miembro de la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina:**

*Que En Paz Descanse.*

**Mario Mendoza Toraya, académico de Eureka Educativa, Colombia:**

*Lo lamento mucho. También la recuerdo con mucho cariño y respeto.*

**Lizbeth Cano, profesora y supervisora escolar en los Servicios Educativos Integrados al Estado de México:**

*En nuestra convivencia en la Academia Mexicana de Profesores Ciencias Naturales aprendí mucho de ella no solo en lo académico, en lo personal por su sencillez y hasta en lo gastronómico y cultural en algunas comidas compartidas. La recordaremos siempre con mucho cariño. Hasta la vista querida Gisela.*

**Otilia Valdés Galicia, profesora del bachillerato UNAM, ya retirada y exalumna en cursos de actualización:**

*En verdad lo siento mucho, era una gran mujer.*

**Susana Ramírez Ruiz Esparza, profesora del bachillerato UNAM, ya retirada y exalumna en cursos de actualización:**

*Una gran pérdida para la docencia en química, lamento mucho su partida.*

**Juan Tonda, investigador el Instituto de Energías Renovables de la UNAM:**

*Qué triste noticia, la voy a extrañar mucho. Conviví con ella en varios congresos de profesores de ciencias naturales, un abrazo para todos sus familiares y amigos.*

**Silvia Bello, profesora de la Facultad de Química de la UNAM, ya retirada, compañera y amiga:**

*La vamos a extrañar mucho, mucho. Gisela fue mi alumna, pero después nos hicimos amigas. Compartimos clases, curso, viajes, experiencias docentes y experiencias de vida. Sus enseñanzas de trabajo, respeto, generosidad y entrega estarán siempre con nosotros, siempre.*

**Jesús Valdés-Martínez, investigador del Instituto de Química y profesor de la Facultad de Química de la UNAM:**

*Lamento mucho esta pérdida. Era una maestra muy querida, siempre comprometida con la enseñanza.*

**Fina Guitart Mas, profesora de la Universidad de Barcelona, España:**

*Me uno a vuestro pesar. Recuerdo mucho a Gisela, con gran admiración y la nostalgia de los buenos momentos compartidos.*

**Carolina Guzmán Vázquez, profesora del del bachillerato UNAM y exalumna en cursos de actualización:**

*En verdad vamos a extrañar mucho a Gisela, en mi caso, me dejó muchos aprendizajes, fue una persona de gran corazón.*

**Cristina Rueda, Académica de la UNAM, ya retirada y expresidenta de la Academia Mexicana de Profesores de Ciencias Naturales, AMPCN:**

*Con gran tristeza me despido de mi amiga y colega Gisela Hernández. Compañera de muchas lides, ya fuera en la Academia Mexicana de Ciencias Naturales de la que fue presidenta o en tantos proyectos compartidos en la Facultad de Química; desde talleres breves hasta dirección de muchas tesis de maestría. En todos esos proyectos su compromiso, responsabilidad y gran generosidad fueron patentes. Pero también compartimos muchos momentos de alegría como andar en bicicleta por los jardines de Budapest o cuando disfrutábamos comidas con nuestros colegas en diversos congresos. La voy a extrañar.*

Por Cristina Rueda, mayo 2021.

## *Investigación en didáctica de la Química*

### **DIFICULTADES CONCEPTUALES EN LA ENSEÑANZA DE LA HIBRIDACIÓN DEL ÁTOMO DE CARBONO EN EL NIVEL SECUNDARIO QUE SURGEN DE UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Laura Alejandra Eguren<sup>1</sup>, Cristina Iturralde<sup>2</sup>

*1-Escuela Nacional Adolfo Pérez Esquivel. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Campus Olavarría. Estudiante MECE. FI. UNCPBA.*

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

E-mail: [laura\\_eguren@hotmail.com](mailto:laura_eguren@hotmail.com)

Recibido: 04/08/2020. Aceptado: 09/09/2020.

**Resumen.** En el marco de un Proyecto de Tesis de Maestría se presenta una revisión bibliográfica de revistas de investigación en enseñanza de las ciencias y de trabajos de tesis de maestría y doctorado, relacionada con las dificultades que surgen en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono en el nivel secundario. Este es un tema que presenta un alto grado de abstracción, tanto desde lo conceptual como desde la visión tridimensional de representación. Los primeros resultados de la indagación, además de describir las dificultades asociadas a la enseñanza de la temática en cuestión, recomiendan el uso de diferentes recursos didácticos para abordar su enseñanza. La indagación realizada hasta el momento aporta al marco teórico del proyecto de tesis, y puede resultar de interés para docentes del nivel secundario que enseñen esta temática.

**Palabras clave.** hibridación del carbono, enseñanza, nivel secundario.

#### **Conceptual difficulties in teaching of the hybridization of the carbon atom at the secondary level arising from a bibliographic review**

**Abstract.** Within the framework of the Thesis Project of the Master, is presented a bibliographic review of research journals in teaching of science and master's and doctoral thesis works related to the difficulties that arise in the teaching of carbon atom hybridization at the secondary level. This is a subject that presents a high degree of abstraction, both from the conceptual and from the three-dimensional view of representation. The first results of the inquiry, in addition to describing the difficulties associated with teaching the subject in question, recommend the use of different teaching resources to address their teaching. The inquiry carried out so far contributes to the theoretical framework of the thesis project, and may be of interest to secondary level teachers who teach this subject.

**Key words.** carbon hybridization, teaching, secondary level.

### **INTRODUCCIÓN**

Este trabajo se centra en el estudio de las principales dificultades que se presentan al abordar la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono en el nivel secundario dado. Dicho tema se encuentra presente en el Diseño



curricular de nivel Secundario de la Provincia de Buenos Aires (DGCyE, 2010) para la Orientación Ciencias Naturales, en la materia Química del Carbono de sexto año. El aprendizaje del mismo contribuye en aspectos relevantes para la continuidad de estudios superiores, ya que constituye una de las bases de la química orgánica, dado que su conocimiento aporta a la comprensión de las familias de los compuestos orgánicos que forma el átomo de carbono.

Los resultados de este análisis contribuirán al estado de conocimientos de una tesis de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires. También será un aporte para colegas docentes interesados en la enseñanza de esta temática.

La importancia de la búsqueda bibliográfica radica en que la misma permite identificar qué se conoce del tema, qué se ha investigado y qué aspectos permanecen desconocidos (Vera Carrasco, 2009). En la enseñanza, este tipo de revisiones permite que un profesional docente esté actualizado en temas de su interés y tenga fundamentos teóricos para tomar decisiones en su accionar docente y nuevas perspectivas para la renovación de sus prácticas.

En particular, en los niveles de maestría y doctorado, la búsqueda bibliográfica, apoya la concreción de los objetos de estudio, la organización de estrategias puntuales para hacer una sistematización rigurosa que permita aclarar el rumbo en medio de la desbordada cantidad de información que provee la literatura en cada tema (Guevara Patiño, 2016).

Los trabajos de tesis de maestrías y doctorados constituyen fuentes de ideas de actualidad, así como también referencias bibliográficas que se obtienen de los mismos. Los artículos de revistas actualizados y especializados componen otras fuentes de información referenciales, aunque pueden resultar dificultosas sus lecturas respecto a teorías o conceptos desarrollados, lo que requerirá una lectura más profunda de los mismos. En cuanto a las actas de congreso, la calidad de la información presente en las mismas dependerá del proceso de revisión y de la experiencia y trayectoria de los revisores (Gómez Luna, Fernando Navas, Aponte Mayor, y Betancourt Buitrago, 2014).

Los primeros resultados de la búsqueda bibliográfica iniciada en diferentes trabajos de investigación acerca de la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono, indican que dicho tema es la base de la química orgánica a través de la cual se desarrollan conceptos fundamentales (Luna Villarreal, 1999; Fernández Palacios, 2014). Salah y Dumon (2011) manifiestan que para la enseñanza de la hibridación los orbitales híbridos son muy útiles en química orgánica para explicar la geometría molecular, es apropiado introducir el concepto matemático de hibridación, sin el simbolismo de las cajas cuánticas.

La información que se va obteniendo de la indagación, permite vislumbrar que en la enseñanza del tema en cuestión se debe atender a aspectos relacionadas con el contenido a enseñar, en particular asociadas al grado de

abstracción que posee y por lo tanto es fundamental identificar estrategias y recursos adecuados que atiendan esas particularidades.

Para ello, lo que se plantea es utilizar en el aula diferentes representaciones de modelos, ya que mejoran y facilitan la comprensión de la visión espacial de las moléculas (Fernández Palacios, 2014). Y el uso de las tecnologías de la información (animación, simulación, video, etc), ya que permiten que las moléculas se puedan visualizar en tres dimensiones (Çalış, 2018a).

Desde el punto de vista didáctico la atención a un buen dominio de la materia a enseñar por parte del docente aparece como algo fundamental, ya que ese conocimiento es central para una enseñanza eficaz. Ello debe ir de la mano de entender la tarea docente como una actividad unida a la investigación y a la formación permanente (Gil Pérez, 1991, Sanmartí, 2002), que le permita actuar con profesionalismo al momento de transformar pedagógicamente el contenido a enseñar en actividades de aprendizaje significativas para el estudiante (Talanker, 2004).

Por todo lo anterior se plantea que, teniendo en cuenta las dificultades detectadas desde la investigación educativa, surgen los siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son las dificultades que se detectan en los trabajos de investigación indagados sobre la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono? ¿qué recursos se emplean para enseñar dicho tema?, ¿en qué fundamentos pedagógicos - didácticos se basan para seleccionar esos recursos?
- ¿Qué sugerencias didáctico-pedagógicas, sustentadas en las investigaciones y en sus resultados se deben proponer para la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono?

## **OBJETIVO**

Se pretende en este trabajo indagar las dificultades que surgen en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono del nivel secundario a través de la revisión de diferentes trabajos de investigación.

## **METODOLOGÍA**

Para el desarrollo del proyecto de tesis se analizan trabajos de investigación científica de revistas educativas, publicaciones y trabajos finales de tesis de máster, con acceso libre y en línea. Para tener conocimiento acerca de las dificultades conceptuales que surgen en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono.

En los últimos años ha aumentado notablemente el número de revistas académicas publicadas en línea, que posibilitan el libre acceso a los artículos publicados. Y también es creciente el uso de estas revistas en la comunidad académica, por la posibilidad de acceder en forma libre y gratuita (Iturralde, Bravo y Flores, 2017).

Se considera que analizar diferentes trabajos de investigación permite acceder a un vasto número de artículos y con ello conformar una base documental que sea representativa. Para garantizar que la base documental incluya a todos los países que traten el tema en cuestión, se definen los siguientes criterios para su selección (Iturralde, Bravo y Flores, 2017):

- 1) Los trabajos de investigación deben estar indexados en las bases de datos (Google Académico y base ERIC) que integran publicaciones sobre Educación e Investigación Educativa en el área de Ciencias Sociales y sub – área de educación.
- 2) En su título deben aparecer palabras clave relacionadas con el tema de investigación (por ejemplo: hibridación, carbono, enseñanza, modelos, química orgánica, orbitales atómicos, orbitales moleculares).

Una vez seleccionada la base de datos, se eligen las palabras clave. Las cuales son los conceptos principales del tema de la investigación, para comenzar la búsqueda (Vera Carrasco, 2009).

Para que el análisis aporte información sobre las dificultades que surgen en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono, se analizan los trabajos de investigación (disponibles en internet) en un rango de más de diez años; ya que, si bien se encuentran documentos sobre el tema en cuestión, las primeras búsquedas estarían haciendo suponer que no son muy numerosos.

Con el fin de recolectar datos de los diferentes trabajos de investigación indagados, se tiene en cuenta para su selección el título, la metodología y las conclusiones.

Respecto al título, como plantea Vera Carrasco (2009) se observa si es útil y relevante para el tema a revisarse, en este caso se deben identificar las palabras clave definidas y la línea de investigación vinculada a la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono.

Con la metodología se busca información sobre el método de enseñanza aplicado, para tener un conocimiento de lo realizado y además de lo que se puso en práctica, para hacer explícitas las dificultades. También interesa conocer cuáles son los recursos utilizados durante la implementación.

Con respecto a las conclusiones se indaga sobre las dificultades que se expresan que surgen, así como también si se mencionan las causas de dichas dificultades y de cómo se recomiendan abordarlas en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono.

Una vez seleccionados los trabajos de investigación, considerado los criterios de selección mencionados, se procede a organizarlos. Para lo cual se dividen los documentos en revistas de investigación educativa (tabla 1) y trabajos de tesis de máster (tabla 2), dando a conocer la información pertinente de cada uno de ellos, así como también el país de procedencia. El orden que se establece para presentarlos es a partir de los más actuales.

Para presentar la información recopilada de cada uno de los documentos, se dividen en tablas los trabajos de tesis de máster (tabla 3) y las revistas de investigación educativa (tabla 4). Esta división surge principalmente por la

metodología. En los trabajos de tesis de máster analizados hasta el momento se presentan propuestas de enseñanza para abordar las dificultades conceptuales detectadas en la hibridación del átomo de carbono, y se estudia la implementación de las mismas. En cambio en los trabajos publicados en las revistas se abordan estudios centrados en indagar las dificultades de los estudiantes.

*Tabla 1. Revistas de investigación educativa*

<b>Título de la revista</b>	<b>Autores</b>	<b>Título del artículo</b>	<b>Año</b>	<b>País de edición</b>
Universal Journal of Educational Research	Çalış, Sevgül	An Examination of the Achievement Levels of Acquisitions in Hybridization: High School Sample	2018	Turquía
Eğitim Fakültesi Dergisi (Revista de la Facultad de Educación)	Çalış, Sevgül	Geleceğin Kimya Öğretmenlerinin Hibritleşme Konusundaki Bilgilerinin İncelenmesi	2018	Turquía
Journal of chemical education	de Cataldo, R., Griffith, K. M., y Fogarti, K.H	Hands-OHybridization: 3D-Printed Models of Hybrid Orbitals.	2018	EEUU
Chemistry education research and practice	Salah, H., y Dumon, A.	Conceptual integration of hibridization by Algerian students intending to teach physical sciences.	2011	Argelia
Chemistry education: research and practice in Europe	Taber, K. S.	Compounding Quanta: probing the frontiers of student understanding of molecular orbitals	2002	Reino Unido
Chemistry education: research and practice in Europe	Taber, K. S.	Conceptualizing Quanta: illuminating the ground state of student understanding of atomic orbitals	2002	Reino Unido
Chemistry education: research and practice in Europe	Tsaparlis, G y Papaphotis, G.	Quantum – chemical concepts: are they suitable for secondary students?	2002	Grecia

Para organizar toda la información que aportan los trabajos se arman diferentes columnas en las tablas. Para ello en la tabla 3, se encuentra lo referido a la muestra y la metodología utilizada, la propuesta que se realiza y su justificación. Así como también, las dificultades detectadas en la enseñanza y la correspondiente explicación de las mismas. Y qué sugerencias se proponen para abordar la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono. En la tabla 4 se encuentra también lo referido a la muestra y metodología utilizada, el tema de interés a investigar, las



dificultades detectadas, la explicación de las mismas, y las conclusiones a las que arriban al finalizar la investigación.

*Tabla 2. Trabajos finales de máster*

<b>Título del trabajo final de máster</b>	<b>Autores</b>	<b>Año</b>	<b>País de edición</b>
La química del carbono como unidad didáctica.	Carracedo, David Román	2018	España
Los orbitales en la educación química: un análisis mediante su representación gráfica.	Barrada Solas, Francisco	2016	España Madrid
Uso de los modelos moleculares en la enseñanza de química orgánica en bachillerato: hibridación.	Fernández Palacios, Rocío	2014	España
Diseño e implementación, apoyada en TIC, de una unidad temática de la enseñanza de la química orgánica.	Hernández Rangel, Sandra Helena	2012	Colombia
Elaboración de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) como estrategia didáctica para el aprendizaje significativo de la hibridación del átomo de carbono en educación media	Lanchero Barrios, Irvyng Patrick	2013	Colombia
Diseño de estrategias de enseñanza para el tema: hibridación del átomo de carbono	Luna Villarreal, Elizabeth	1999	México

Una vez relevados los datos, se procede a analizarlos haciendo foco en las dificultades encontradas para la enseñanza del tema en cuestión y en las sugerencias didácticas de los autores para superarlas.

También se indaga acerca de los abordajes metodológicos que se llevan adelante en los trabajos de investigación y cuáles son los principales instrumentos de toma de datos empleados. Dicha información, si bien no es central para el estudio que se presenta, sí es muy útil para el tesista al momento de definir la estrategia metodológica de su trabajo de investigación.

Otra información de contexto es la población con la que trabajan los diferentes trabajos de investigación seleccionados, en relación con los niveles educativos secundario y universitario. Si bien interesa en este trabajo centrarse en el nivel secundario, conocer también acerca de qué se ha investigado hasta el momento sobre la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono en el nivel superior, permite fundamentar la necesidad de llevar adelante la futura investigación.

## **DATOS REGISTRADOS Y ANÁLISIS**

Teniendo en cuenta los criterios expresados en la metodología para revisar la bibliografía sobre las dificultades que surgen en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono, la información recopilada se agrupa en la siguiente tabla para comparar los datos obtenidos y facilitar el análisis.

Tabla3. Dificultades en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono en trabajos finales de máster

Trabajos final de máster	Muestra y Metodología	Propuesta y su justificación	Dificultades detectadas en la enseñanza	Explicación a las dificultades detectadas	Importancia del tema y/o sugerencias
<b>Luna Villarreal (1999)</b>	Estudiantes de escuelas preparatorias. Diseño de un plan de clase para la hibridación del átomo de carbono.	Diseñar estrategias de enseñanza por el grado de abstracción que tiene el tema.	Identificar en un compuesto orgánico el tipo de hibridación en cada átomo de carbono.	Grado de abstracción de contenidos.	Utilizar estrategias de enseñanza.
<b>Hernández Rangel (2012)</b>	Estudiantes de 11° grado. (Nivel institucional media, edad 16 - 17 años). Elaboración e implementación de una unidad apoyada en TIC	Propuesta metodológica para la formulación y nomenclatura de compuestos orgánicos. Se utiliza la herramienta Moodle. Surge por la baja carga horaria de la materia química y escasa comunicación entre docente y estudiantes.	Falta de interés de estudiantes por desarrollar actividades.	Los contenidos son presentados de forma memorística. Actividades muy repetitivas. Contenidos del currículo extensos	Las tecnologías permiten un acercamiento al mundo atómico y microscópico. Relacionándolo con el mundo macroscópico de fenómenos.
<b>Lanchero Barrios, I.P. (2013).</b>	Estudiantes de 11° grado. Edades entre 16 y 18 años. Diseño de un objeto virtual de aprendizaje.	Aplicación de un objeto virtual de aprendizaje (software). El OVA permite explicar la formación, estructura y propiedades de los compuestos.	Desinterés y falta de comprensión de estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias.	Se exponen como conceptos complejos y aislados.	Permite abordar la formación de compuestos orgánicos, su diversidad y propiedades.
<b>Fernández Palacios (2014)</b>	Estudiantes de bachillerato. Diseño de modelos moleculares.	Utilizar diferentes modelos moleculares. Porque mejoran la comprensión de la visión espacial de las moléculas. Y permiten	Visión espacial de las moléculas orgánicas.	En la enseñanza de conceptos como orbitales atómicos, híbridos e hibridación, se emplean distintas representaciones moleculares.	Implementar y utilizar en el aula diferentes modelos moleculares como herramientas que ayuden a mejorar lo relacionado

		apreciar características de la estructura e identificar sus átomos, tipos de enlace y tipos de hibridación.			con la visión espacial.
<b>Barrada Solas (2016)</b>	Modelos de orbitales utilizados en la enseñanza de la química.	Dilucidar el papel de los orbitales en la educación química. Y analizar el uso de sus representaciones gráficas. Surge porque en los modelos en los que aparecen los orbitales químicos, su uso es visual antes que matemático.	A los alumnos les resultan complejos los modelos cuánticos. Los confunden además con los modelos clásicos.	Confusión en el uso de los modelos por parte de los profesores.	En la enseñanza de modelos químicos se debiera explicitar y contrastar con otros modelos. Mostrar en la ciencia escolar la variedad de modelos científicos que existen.
<b>Carracedo (2018)</b>	Estudiantes de 2° año de bachillerato. Elaborar una secuencia didáctica.	Propuesta didáctica sobre la química del carbono. Como respuesta al escaso interés de los estudiantes.	Entender las explicaciones del porqué de la hibridación de los orbitales del átomo de carbono	Carga conceptual excesiva para el 2° año del bachillerato.	Una secuencia didáctica debe ser organizada, flexible y abierta. Contiene directrices que se adaptan al aula.

Tabla 4. Dificultades en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono en trabajos de revistas educativas

Trabajos de revistas	Muestra y Metodología	Tema de interés	Dificultades detectadas	Explicación a las dificultades detectadas	Conclusiones
<b>Taber (2002a)</b>	Entrevistas a estudiantes universitarios.	Describir como los estudiantes dan sentido al concepto de orbital atómico y conceptos relacionados.	Identificar un orbital molecular como si fuera atómico. Confundir orbitales con niveles de energía y orbitales atómicos hibridados	Naturaleza abstracta de los conceptos.	Los profesores deben encontrar formas de andamiaje para evitar la sobrecarga de ideas nuevas y distintas.

			con orbitales moleculares.		
<b>Taber (2002b)</b>	Entrevistas a estudiantes universitarios	Indagar el pensamiento de los estudiantes sobre los orbitales moleculares.	Explicar la estructura atómica en términos de orbitales moleculares. Conceptos confusos de niveles de energía, orbitales, subniveles de energía. Distinguir orbitales moleculares de orbitales atómicos.	Se utilizan modelos de enseñanza que son incompletos o inadecuados en comparación con los científicos.	Se propone que desde la enseñanza se construyan formas de andamiaje para evitar la sobre carga de ideas nuevas y distintas. Revisar el conocimiento previo a ser enseñando.
<b>Tsaparlis y Papaphotis (2002)</b>	Estudiantes de pregrado del curso de química cuántica a través de preguntas escritas.	Análisis de dificultades conceptuales.	Distinguir un orbital de una órbita. Significado de la configuración electrónica y su escritura. Reconocer la valencia del estado fundamental del átomo de carbono.	Relacionada con el nivel de abstracción de conceptos. Los profesores realizan una práctica de resolución de problemas. Y el tiempo limitado para la enseñanza.	Se deben considerar formas alternativas de enseñar química. Las estructuras de Lewis y VSEPR es lo que se requiere para la escuela secundaria.
<b>Salah y Dumon (2011)</b>	Estudiantes avanzados de una carrera docente del nivel secundario	Conocimientos sobre la hibridación, simbología de la misma y naturaleza de los enlaces en compuestos. Los orbitales híbridos son muy útiles en química orgánica para explicar la geometría molecular.	Construyen la hibridación sobre la configuración electrónica del átomo en su estado fundamental. No consideran condiciones de simetría para la superposición, el número de electrones desapareados y el número de enlaces para la hibridación.	Deriva de la enseñanza no sólo del modelo de moléculas de Lewis, sino que también a partir de la representación visual de la configuración electrónica. Los profesores no ponen mucho énfasis en la utilidad de la hibridación durante su enseñanza	Iniciar con el concepto de hibridación, sin el simbolismo de las cajas cuánticas. Después introducir las diferentes geometrías moleculares usando modelo RPECV y discutir formación de orbitales s y p de diferentes simetrías de un átomo. Por último,

			No interpretan orbitales híbridos como formación de orbitales moleculares a partir de la superposición de orbitales atómicos.		formación de orbitales moleculares.
<b>de Cataldo, Griffith, y Fogarti (2018)</b>	Talleres con estudiantes de pre grado en clases de química. Uso de modelos físicos de orbitales atómicos en 3D. Encuesta anónima.	Uso de modelos físicos en impresión 3D.	Imaginar la estructura de orbitales atómicos e híbridos.	Naturaleza abstracta de los orbitales atómicos e híbridos.	Los modelos físicos en 3D son herramientas rentables para su uso en las clases de química.
<b>Çalış(2018a)</b>	Estudiantes del nivel secundario. Preguntas abiertas. Se indaga sobre: hibridación, orbitales atómicos e híbridos. Entrevistas. Uso de modelos para construir moléculas.	Determinar el alcance de los logros del tema hibridación dentro del programa de química de la escuela secundaria.	Explicar enlaces que forma el átomo de carbono, usando orbitales híbridos. Identificar la hibridación del átomo de carbono.	Las dificultades que surgen en los conceptos de orbital atómico e hibridación se atribuye al carácter abstracto.	Se propone en la enseñanza el uso de modelos tridimensionales y de TIC (animación, simulación, video, etc). Así como también, profundizar en la explicación de la formación de los orbitales híbridos.
<b>Çalış (2018b)</b>	Estudiantes universitarios, futuros profesores en Química. Entrevista semiestructurada sobre la hibridación.	Indagar en el conocimiento de la hibridación del átomo de carbono.	Explicar la formación de orbitales híbridos. Representar la formación de un orbital híbrido. Reconocer hibridaciones en sustancias de la vida diaria.	Respecto a la hibridación y la formación de orbitales híbridos se atribuye al nivel de abstracción.	Se sugiere abordar los conceptos de hibridación y orbitales híbridos, mediante explicación detallada, usando materiales de enseñanza adecuados y relacionados con la vida cotidiana.

En base a los datos analizados de los trabajos de tesis de máster y de revistas de investigación educativa, se puede identificar que las principales dificultades en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono están relacionadas con el nivel de abstracción de este tema, con la representación de los orbitales atómicos y orbitales híbridos, con el escaso tiempo del que se dispone para su enseñanza y con la alta carga conceptual de currículo.

De los aspectos anteriormente mencionados, el nivel de abstracción tiene que ver con dificultades como el de identificar en un compuesto orgánico el tipo de hibridación que presenta cada átomo de carbono. Con respecto al uso de modelos la dificultad que se presenta es la visión tridimensional de las moléculas orgánicas. Con el tiempo y la carga horaria para la enseñanza se asocian dificultades como distinguir lo que es un orbital de una órbita. Otros aspectos que aparecen en menor medida tienen que ver con que los profesores no ponen demasiado énfasis en la enseñanza de la hibridación, sino que llevan adelante prácticas de enseñanza relacionadas con la resolución de problemas o actividades repetitivas.

Los autores indagados aportan sugerencias para tratar las dificultades detectadas en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono. Entre ellas el uso de recursos TIC como animaciones, simulaciones y videos; y el uso de modelos moleculares y modelos tridimensionales físicos. Proponen utilizar determinadas estrategias de enseñanza; realizar secuencias didácticas organizadas, abiertas y flexibles; revisar el conocimiento previo que tuvo que ser enseñado; explicar detalladamente los conceptos de hibridación y orbitales híbridos usando determinados materiales de enseñanza y relacionarlos con la vida cotidiana. Plantean, además hacer explícito el uso de modelos químicos y lo que las investigaciones muestran sobre ellos.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Hasta el momento, los resultados de la búsqueda bibliográfica han permitido un avance en la elaboración del marco teórico de la tesis y en la toma de decisiones sobre la estrategia metodológica a utilizar. Se sigue ampliando dicha búsqueda con más trabajos de investigación que aporten a la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono. Se vislumbra un número bajo de publicaciones sobre la temática, lo cual estaría indicando que es una temática que necesita ser profundizado desde la investigación.

Las dificultades mencionadas en los trabajos analizados, relacionados con la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono, como así también las sugerencias didácticas y de usos de distintos recursos que se plantean, pueden resultar de interés para los docentes de nivel secundario que necesiten planificar y elaborar propuestas de enseñanza de dicho tema.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Çalış, S. (2018a). An Examination of the Achievement Levels of Acquisitions in Hybridization: High School Sample. *Universal Journal of Educational Research*. 6(8), 1659 – 1666. DOI: [10.13189/ujer.2018.060805](https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060805)

- DGCyE (2010). *Diseños curriculares. Química del Carbono*. 6° año. <http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/disenioscurriculares/>
- Fernández Palacios, R. (2014). *Uso de los modelos moleculares en la enseñanza de química orgánica en bachillerato: hibridación*. (trabajo final de máster). Universidad de Valladolid.
- Gil Pérez, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las ciencias*, 9(1), 69 – 77.
- Gomez Luna, L., Fernando Navas, D., Aponte Mayor, G., y Betancourt Buitrago, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *DYNA*, 81(184), 158 – 163.
- Guevara Patiño, R. (2016) El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Revista Folios*, 44, 165-179. <https://www.redalyc.org/pdf/3459/345945922011.pdf>
- Iturralde, M. C., Bravo, B. M. y Flores, A. (2017). Agenda actual en investigación en didáctica de las Ciencias Naturales en América Latina y el Caribe. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(3), 49-59. DOI: [10.24320/redie.2017.19.3.905](https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.3.905)
- Luna Villarreal, E. (1999). *Diseño de estrategias de enseñanza para el tema: hibridación del átomo de carbono*. (tesis de grado). Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de la Garza, NL.
- Salah, H., y Dumon, A. (2011). Conceptual integration of hybridization by Algerian students intending to teach physical sciences. *Chemistry education research and practice*, 12, 443 – 453. doi: [10.1039/c1rp90049h](https://doi.org/10.1039/c1rp90049h)
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación.
- Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación química*, 15(1), 60-66.
- Vera Carrasco, O. (2009). Cómo es escribir artículos de revisión. *Revista Médica La Paz*, 15(1), 63 – 69.

## *Innovación para la enseñanza de la Química*

### **QUÍMICA EN CONTEXTO AGRONÓMICO. UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL TEMA FÓRMULAS QUÍMICAS Y NOMENCLATURA DE COMPUESTOS INORGÁNICOS**

María Alejandra Goyeneche<sup>1</sup>, Analía Inés Margheritis<sup>1</sup>, Lydia Raquel Galagovsky<sup>2</sup>

1- Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Azul. Argentina.

2- Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

E-mail: [alegoy@faa.unicen.edu.ar](mailto:alegoy@faa.unicen.edu.ar)

Recibido: 01/08/2020. Aceptado: 25/08/2020.

**Resumen.** La Química de cursos introductorios universitarios abarca una lista densa de contenidos tradicionales. La enseñanza de dichos temas suele presentarse descontextualizada de los perfiles profesionales de los estudiantes. El presente trabajo muestra detalles derivados de una investigación sobre la aplicación de una propuesta didáctica original, en la que se contextualizó para estudiantes de agronomía el tema *Fórmulas químicas y nomenclatura de compuestos inorgánicos*. Los resultados fueron muy positivos en términos de aceptación, motivación y compromiso por parte de los estudiantes.

**Palabras clave.** química en contexto, agronomía, formulas químicas, nomenclatura de compuestos inorgánicos

#### **Chemistry in agronomic context. A teaching proposal for the issue of chemical formulas and nomenclature of inorganic compounds**

**Abstract.** Chemistry syllabus of introductory university courses encompasses a dense list of traditional contents. Those subjects are usually presented far from the students' future professional profiles. The present work shows results from a research on the application of an original didactic approach to teach Chemical formulas and inorganic compounds nomenclature, contextualized for students of agronomic sciences. The results were deeply positive in terms of student acceptance, motivation and commitment.

**Key Words.** chemistry in context, agronomy, chemical formulas, inorganic compound nomenclature

#### **INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

La Química del primer año de carreras universitarias suele presentar el inconveniente de abarcar una densa lista de contenidos que no logran motivar





a los estudiantes y mucho menos generarles conciencia sobre su importancia para su futura profesión. Numerosas investigaciones indican que una apropiada contextualización de los contenidos favorecería la motivación de los estudiantes (Díaz Barriga, 2006; Caamaño, 2018; Goyeneche y Galagovsky, 2020) con sostén del desarrollo de competencias científicas<sup>1</sup> y de pensamiento científico.

En este trabajo presentamos la secuencia didáctica original que sirvió de base para una extensa investigación en el marco de una carrera de Especialización (Goyeneche, 2017).<sup>2</sup> Dicha secuencia incluyó el tema de Fórmulas Químicas y Nomenclatura de compuestos inorgánicos, para estudiantes del curso introductorio de Ingeniería Agronómica, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Estos temas químicos son iniciales y resultan tediosos y complicados porque requieren la aplicación de reglas sistemáticas, e implican un discurso técnico-científico complejo.<sup>3</sup> Sumando a estos inconvenientes, los temas no son abordados por textos universitarios de uso común, y los estudiantes del primer año tienen una muy dispar formación previa en química.

Los objetivos del diseño didáctico fueron:

- . Que las dificultades de comprensión de los contenidos químicos resultaran independientes de los saberes químicos previos de los estudiantes.
- . Que el material y las actividades generaran motivación por desarrollar competencias del "saber-hacer" agronómico y capacidad de lectura comprensiva de textos con vocabulario químico.
- . Que favoreciera la metacognición, el compromiso con la tarea académica y la empatía para el trabajo colaborativo (Galagovsky, 2004a, b).

Para lograr estos objetivos se diseñó un problema agronómico que planteara conflictos cognitivos cuya resolución expondría a los estudiantes a la toma de conciencia sobre la necesidad de un conocimiento químico de base, y los hiciera reflexionar sobre el rol central de la química para comprender temáticas

---

<sup>1</sup> La noción de competencias científicas remite a habilidades de nivel cognitivo superior entre las que se mencionan el argumentar y explicar, modelizar, elaborar redes conceptuales y escribir informes; también involucra el propiciar habilidades esencialmente humanas como el autoconocimiento, la empatía, el arte de escuchar, colaborar con los demás, que son parte de la inteligencia emocional. Así mismo, refiere a un conjunto de contenidos provenientes de la epistemología, la sociología y la historia de la ciencia que seleccionados y transpuestos otorgan valor a la educación científica (Adúriz Bravo, 2005).

<sup>2</sup> Los aspectos ligados a las investigaciones con cohortes previas de estudiantes, tanto en metodología como en resultados y conclusiones parciales forman parte del cuerpo de la Tesis de Especialización, de acceso en línea.

<sup>3</sup> Los libros sugeridos como bibliografía de base para los estudiantes son Química General. Principios y aplicaciones modernas (Petrucci, 2005); y Química (Chang, 2010).

avanzadas de la carrera. Este problema era el disparador didáctico inicial de una secuencia de actividades que implicaban instancias de trabajo individual intercaladas con trabajos colaborativos en subgrupos y en plenario, con permanente aceptación de las argumentaciones hasta arribar a la información final, de tal forma de favorecer reflexiones metacognitivas (Thomas, 2020) en los estudiantes.

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

La propuesta innovadora<sup>4</sup> se desarrolló durante los meses de febrero y marzo de 2017, abarcando tres clases de dos horas y media; se aplicó a la totalidad del curso formado por 50 estudiantes agrupados en una única comisión. El equipo de dos docentes recopiló información proveniente de los estudiantes durante y *a posteriori* de cada clase. Durante las clases se realizaron grabaciones que fueron posteriormente analizadas (Sirvent, 2003), y se plasmaron comentarios en un diario docente (Porlán y Martín, 1999). Al finalizar las clases se recogieron trabajos impresos, individuales o grupales, según las respectivas consignas, que sirvieron tanto para un análisis cuantitativo (las encuestas) como cualitativo (evaluación y percepción sobre las dificultades u obstáculos de aprendizajes).

La secuencia didáctica implementada consistió en 4 Actividades que se describen a continuación. Los estudiantes evaluaron la propuesta didáctica global, así como sus propias actitudes durante la misma (Actividad 5), en el cierre de la última clase. En la primera clase se realizaron las actividades 1 y 2; en la segunda clase, la actividad 3 y en la última clase, diez días después, se realizaron las actividades 4 y 5. Todas ellas se describen a continuación:

### **-Actividad 1: Resolución de un problema agronómico sobre absorción de nutrientes y fertilización**

Se distribuyó a cada estudiante una fotocopia con el problema de la Figura 1, que constaba de 2 preguntas, y se dio 10 minutos de tiempo para su resolución individual y otros 10 minutos para la discusión en pequeños subgrupos de entre 3-5 estudiantes, que se formaran espontáneamente.

Resolver el problema de los nutrientes (parte a de la Figura 1) implicaba conocer en qué forma química se encuentra el nitrógeno en el aire y en el suelo, y en qué forma y con qué números de oxidación puede ser absorbido por los vegetales.

Al plantearse sin explicación previa, se esperaban resoluciones individuales idiosincrásicas. Estas respuestas darían sustento a la expresión de conflictos


---

<sup>4</sup> Se realizaron experiencias didácticas exploratorias con las cohortes 2015 y 2016 (Goyeneche, Margheritis y Castañares, 2015 y 2016).

cognitivos conscientes, tanto en las discusiones al interior de cada subgrupo, como al final en la puesta en común de toda la clase (Galagovsky, 2004a, b).

La segunda parte del problema, sobre fertilizantes (parte b de la Figura 1), proponía que los estudiantes establecieran correspondencias entre dos lenguajes químicos: el de fórmulas químicas y el de nombres de compuestos químicos. Los estudiantes ya habían estudiado el tema Tabla Periódica y en esos conocimientos podrían encontrar indicios de resolución, pero encontrar las correspondencias generaría conflictos cognitivos, especialmente en la identificación del grupo químico amonio, pues los estudiantes suelen confundirlo con un elemento químico.

Concluido el tiempo de trabajo individual y en pequeño grupo, se realizó un plenario para la discusión de las diversas resoluciones.



Ricardo es productor agropecuario. Sus cultivos presentan manifestaciones de crecimiento retrasado y hojas amarillentas, que hacen sospechar deficiencia de nitrógeno.

a) Ricardo consulta a un Ingeniero Agrónomo si conviene remover el suelo ya que el aire tiene un alto porcentaje en nitrógeno. ¿Cuál creen que fue la respuesta que obtuvo?

b) Existen en el mercado distintas formulaciones y presentaciones de productos fertilizantes. De la siguiente lista, encuentra la correspondencia entre fórmulas y nombres.

1- Sulfato de calcio	..... $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
2- Sulfato de amonio	..... $\text{FeSO}_4$
3- Nitrato sódico	..... $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$
4- Nitrato de amonio	..... $(\text{NH}_4) \text{H}_2\text{PO}_4$
5- Sulfato de cinc	..... $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$
6- Hidrógeno fosfato de amonio	..... $\text{ZnSO}_4$
7- Sulfato ferroso	..... $\text{CaSO}_4$
8- Nitrato de calcio	..... $\text{NaNO}_3$
9- Fosfato monoamónico	..... $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Figura 1. Problema agronómico que se utilizó como disparador didáctico.

## - Actividad 2: Explicación del tema Fórmulas Químicas (FQ) y Nomenclatura de compuestos inorgánicos (NCI)

La información correcta y pertinente a los temas FQ y NCI fue presentada en el contexto de la puesta en común de la Actividad 1, luego de las discusiones sobre las resoluciones idiosincrásicas de ambas partes del problema agronómico (Figura 1). Dicha información también fue entregada en un texto

*ad hoc*<sup>5</sup> (Goyeneche, 2018), que incluía las diapositivas utilizadas por la docente, con sus respectivas notas aclaratorias.

Al finalizar la primera clase se dio a los estudiantes la consigna para la siguiente clase, que involucraba trabajar primero en forma individual y luego grupal, en tiempo extra-clase, para sostener con compromiso la Actividad 3.

### **Actividad 3: Resolución de consignas químicas y preparación de un trabajo creativo/explicativo grupal, a partir de la lectura de artículos publicados**

La consigna para la Actividad 3 era completar la tabla de la Figura 2 discriminando las características de los compuestos químicos mencionados en cada uno de cuatro artículos publicados<sup>6</sup>, dos de química en contexto, uno de agronomía y otro sobre una técnica de laboratorio. Dichos compuestos podían encontrarse nombrados tanto en lenguaje de fórmulas como en lenguaje verbal (Galagovsky y cols., 2014).

Nombre del compuesto	Fórmula química	Nº oxidación de los elementos químicos	Clasificación según el Nº de elementos químicos	Clasificación según composición

Figura 2. Tabla que debían completar los estudiantes para cada uno de cuatro artículos publicados (Actividad 3). La clasificación según el número de elementos químicos refiere a compuestos binarios, ternarios, etc.; y respecto de su composición es óxidos, hidruros, oxácidos, hidróxidos, sales no oxigenadas y oxigenadas, iones.

Los textos y los respectivos compuestos inorgánicos eran:

I- *Agricultura y medio ambiente* (FAO): nitratos, fosfatos, óxido nitroso, agua, amoníaco, sulfato de amonio, nitritos, óxido nítrico, ácido nítrico, dióxido de azufre, dióxido de carbono;

II- *La comprensión química de un proceso ambiental: remediación para el caso del lago Nyos* (Sala, 2011): dióxido de carbono, carbonato de calcio, óxido de calcio, hidróxido de calcio, agua;

III- *La química de los metales involucrada en biología: la bioinorgánica* (Sala, 2011): cromato de sodio, dicromato de sodio, óxido de bromo (VI), óxido de cromo (III), sulfato de cromo (III), hidróxido crómico, dióxido de manganeso;

IV- *Técnica Kjeldahl para determinar nitrógeno total en suelos* (Marban y Ratto, 2005):  $\text{NH}_4^+$ , NaOH,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{HBO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , HCl.

<sup>5</sup> Al contar con este material impreso, la clase explicativa se recortó en tiempo respecto de años anteriores, habiendo dado prioridad al tiempo destinado a las diversas argumentaciones idiosincrásicas.

<sup>6</sup> La extensión era de 1 o 2 páginas cada uno.

Se esperaba que los estudiantes reconocieran los compuestos químicos inorgánicos diferentes citados en cada artículo, y completaran la respectiva tabla.

El material explicativo *ad hoc* con el que contaban los estudiantes contenía información teórica general para dicha resolución; a su vez, permitiría cumplimentar la Actividad 3 a aquellos estudiantes que no hubieran asistido a la primera clase. En esta segunda clase los estudiantes formaron subgrupos de 4 o 5 y discutieron sus resoluciones individuales para comparar y completar sus respectivas tablas<sup>7</sup>.

Al final de la clase se entregó a cada estudiante una copia con las tablas resueltas correctamente, y la consigna para la Actividad 4. Ésta consistía en que cada subgrupo debía seleccionar uno de los artículos para elaborar un trabajo artístico/explicativo, de formato libre<sup>8</sup>, de no más de 10 minutos de duración, a ser presentado ante sus compañeros en una clase especial, a los diez días. Los estudiantes podrían consultar cualquier duda o sugerencia a los docentes en horarios extra clase. Cada subgrupo también entregaría un informe sobre su producción a las docentes, con los respectivos sustentos teóricos, para ser evaluado conceptualmente.

La consigna para la Actividad 4 preestablecía un ítem de autoevaluación y uno de evaluación de otros grupos, todos basados en la grilla<sup>9</sup> de la Figura 3. Esta grilla presentaba 9 categorías fijas (respeto por las pautas, organización y coherencia entre los integrantes del grupo durante la exposición, claridad, creatividad, comunicación oral, precisión en el lenguaje, uso del pizarrón, uso de tecnologías, otros recursos), que serían evaluadas mediante dos indicadores numéricos: uno correspondiente a una palabra y otro a un emoticón, cuyas listas se presentaban a continuación de la grilla, respectivamente. La misma grilla sería utilizada por las docentes para valorar el trabajo de cada subgrupo (la ponencia y su respectivo informe)<sup>10</sup>.

#### **-Actividad 4: Exposiciones y evaluaciones del trabajo creativo/explicativo de cada subgrupo**

La preparación y exposición del trabajo grupal implicaba una instancia de fuerte trabajo colaborativo extra clase, en el que los estudiantes deberían auto-organizarse, y exhibir habilidades de comunicación. Los 8 grupos de

---

<sup>7</sup> Los estudiantes, en su mayoría, habían leído los textos; sin embargo, fue fundamental dar tiempo en la clase para las discusiones donde se expresaban y debatían argumentaciones individuales.

<sup>8</sup> Podía tratarse de una historieta, una representación teatral, una experiencia, un material audiovisual, etc.

<sup>9</sup> Tener de antemano esta grilla favorecería la motivación hacia una tarea responsable y estratégica, al tener que realizar comparaciones más transparentes y sistemáticas.

<sup>10</sup> Esta valoración iba a tener peso en la nota del segundo parcial.

3- Cada grupo de trabajo evaluará la exposición de sus compañeros con la grilla que se muestra a continuación. La grilla se completa seleccionando para cada ítem una palabra (en la primera fila) y un emoticón (en la segunda fila), identificados por un número y una letra, respectivamente.

**Grilla para evaluar las producciones de tus compañeros.**

**Grupo evaluador:** .....

Criterio/Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8
Se respetan las pautas (tiempo de exposición, tema, etc)								
Organización y coherencia entre integrantes del grupo en la exposición								
Claridad de la exposición								
creatividad								
Comunicación oral (fluidez, claridad del lenguaje)								
Precisión en el lenguaje								
Uso del pizarrón								
Uso de tecnologías								
Otros recursos utilizados...								

**Lista de palabras y emoticones para completa la grilla de evaluación**

- Palabras**  
 1-Buena  
 2- Extraordinario  
 3-Inentendible  
 4-Ingenioso  
 5-Pobre  
 6-Malísimo  
 7-Interesante  
 8-Buenísimo  
 9-Enriquecedor  
 10-Feo

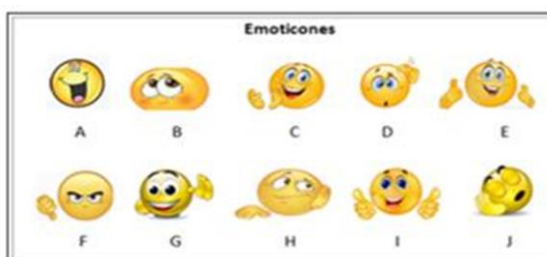


Figura 3. Grilla a completar por los estudiantes para ponderar las producciones de cada uno de los subgrupos numerados del 1 al 8.<sup>11</sup>

estudiantes fueron distribuidos en dos aulas, de manera que en cada aula se presentaron todos los artículos. Al finalizar cada exposición, los estudiantes

<sup>11</sup> De los 10 subgrupos iniciales hubo dos subgrupos que decidieron no exponer porque algunos de sus integrantes abandonaron el curso. Este hecho es muy frecuente en las primeras materias universitarias.

completaban la grilla de evaluación y se realizaba la devolución de los compañeros y de los docentes.

### -Actividad 5: Evaluación final de la propuesta didáctica global

El instrumento de evaluación fue una encuesta anónima (ver Figura 4) que consistió en calificar 5 categorías relativas a las diversas actividades realizadas (Resolver el problema agronómico, Leer la selección de textos, Elaborar la producción final, Exponer la producción y Resolver las consignas químicas) y 5 categorías sobre actitudes transitadas durante la propuesta didáctica (Su

<b>Encuesta anónima. ¡Gracias por tu colaboración!</b>			
Buscamos mejorar la asignatura Introducción a la Química. Con la mayor sinceridad posible completa esta encuesta sobre las clases de nomenclatura y fórmulas químicas.			
Tené en cuenta la lista de palabras y emoticones identificados con un número y una letra, respectivamente y completa la tabla que se muestra a continuación, seleccionando para cada actividad de la primera columna, el número de palabra y la letra de emoticón, según tu opinión.			
	<b>N° de palabra</b>	<b>Letra de emoticón</b>	<b>Justificación breve</b>
<b>I-Resolver el problema agronómico</b>			
<b>II-Leer los textos de los trabajos expositivos</b>			
<b>III-Elaborar el trabajo de exposición</b>			
<b>IV- Exponer el trabajo a tus compañeros</b>			
<b>V-Resolver las consignas químicas de los textos</b>			
<b>VI- Tu participación en el grupo</b>			
<b>VII- La participación de tus compañeros</b>			
<b>VIII- Recibir la opinión de tus compañeros</b>			
<b>IX- Dar opinión a tus compañeros</b>			
<b>Lista de palabras y emoticones, identificados con un número y una letra, respectivamente.</b>			
<b>Palabras</b>		<b>Emoticones</b>	
1-Fácil	9-buenísimo		
2-aburrido	10-intrascendente		
3-malísimo	11-copado		
4-entretenido	12-interesante		
5-olvidable	13-asombroso		
6-difícil	14-complicado		
7-inentendible	15-enriquecedor		
8-feo	16-extraordinario		

Figura 4: Encuesta de opinión final solicitada a los estudiantes.

participación, La participación de sus compañeros, Recibir opiniones de sus compañeros, Dar opiniones a sus compañeros), seleccionando indicadores numéricos correspondientes palabras o emoticones. Esas palabras y emoticones eran más variados<sup>12</sup> que los utilizados para la actividad 4, y fueron clasificadas por la docente investigadora con posterioridad, en positivos, neutrales o negativos, según se muestra en la Figura 5.

connotación	Número de palabra	Letra de emoticón
<b>POSITIVO</b>	<b>1-4-9-10-11-13-15-16</b>	<b>A-D-E-H-I-J-K-L-M</b>
<b>NEUTRAL</b>	<b>5-12</b>	<b>P</b>
<b>NEGATIVO</b>	<b>2-3-6-7-8-14</b>	<b>B-C-F-G-O-N</b>

*Figura 5. Connotaciones positivas, neutrales y negativas de las palabras y emoticones de la encuesta (Figura 4).*

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

De los 50 estudiantes se recogieron respuestas impresas de 44 tareas individuales para la Actividad 1; 10 tareas grupales de la Actividad 3, y 8 trabajos finales de exposición.

### ***Respecto de las Actividades 1 y 2***

La propuesta del MACCS establece que la riqueza de la aparición de conflictos cognitivos sobre informaciones entendibles y contradictorias es motivacionalmente positiva, siempre que el clima de la clase sea tal que no condene la aparición de errores. Es fundamental que argumentos incorrectos esgrimidos por parte de los estudiantes fueran valorados –en el sentido de darles cabida en la discusión y no obliterarlos ni impedirles su expresión–, pues son partes importantes del proceso de aprendizaje y de metacognición. Este clima fue lográndose poco a poco durante las discusiones en los pequeños grupos, durante las cuales las docentes no resolvían los conflictos dando la respuesta correcta, sino que animaban a su recreación posterior para la discusión en plenario. Este clima se vivió durante las cuatro clases involucradas en la propuesta.

El punto más desconocido por los estudiantes para la parte a) de la Actividad 1 (Figura 1) fue la posibilidad de que los elementos químicos sean -o no- absorbidos o metabolizados por los cultivos, en relación con los números de oxidación de los compuestos de nitrógeno. Durante la resolución de la parte b) de la Actividad 1 quedó expuesta la heterogeneidad en conocimientos previos

---

<sup>12</sup> El objetivo era captar la atención de los estudiantes para obtener respuestas precisas.



de química y los esfuerzos en estrategias deductivas para lograr algunas correspondencias correctas entre nombre químico y su fórmula.

La evaluación cualitativa de las docentes pudo rescatar que los estudiantes al finalizar la clase valoraron y dieron importancia al conocimiento químico, como base para comprender cómo las prácticas agropecuarias modifican el ciclo del nitrógeno en los suelos.

### ***Respecto de la Actividad 3 y 4***

Respecto a las consignas químicas, los estudiantes lograron clasificar los compuestos químicos y asignar números de oxidación de elementos químicos involucrados. La mayor dificultad se presentó en el nombre o fórmula química para el caso de sales y ácidos oxigenados.

La preparación de la Actividad 4 les resultó interesante y se logró motivación y compromiso para la tarea auto-regulada de cada grupo: un grupo realizó una entrevista a un Ingeniero Agrónomo; otros quisieron recrear la experiencia de laboratorio de determinación de nitrógeno en suelo, o realizaron en el aula la reacción química entre bicarbonato de sodio y vinagre para simular el caso de contaminación ambiental que ocurrió en el lago Nyos. Seis grupos elaboraron Power Point (algunos incluyeron videos); otros tres usaron pizarrón y uno una cartulina. Los grupos mostraron con orgullo sus exposiciones<sup>13</sup>. Las evaluaciones entre los subgrupos fueron enriquecedoras y en un marco de respeto y reconocimiento, poniéndose en evidencia la importancia de que todos hubieran discutido los cuatro artículos durante la Actividad 3 y que todos contaran de antemano con la grilla evaluativa (Figura 3).

### ***Respecto de la actividad 5***

Los resultados provenientes de la encuesta de opinión de los estudiantes (Figura 3) se presentan en las Figura 6.

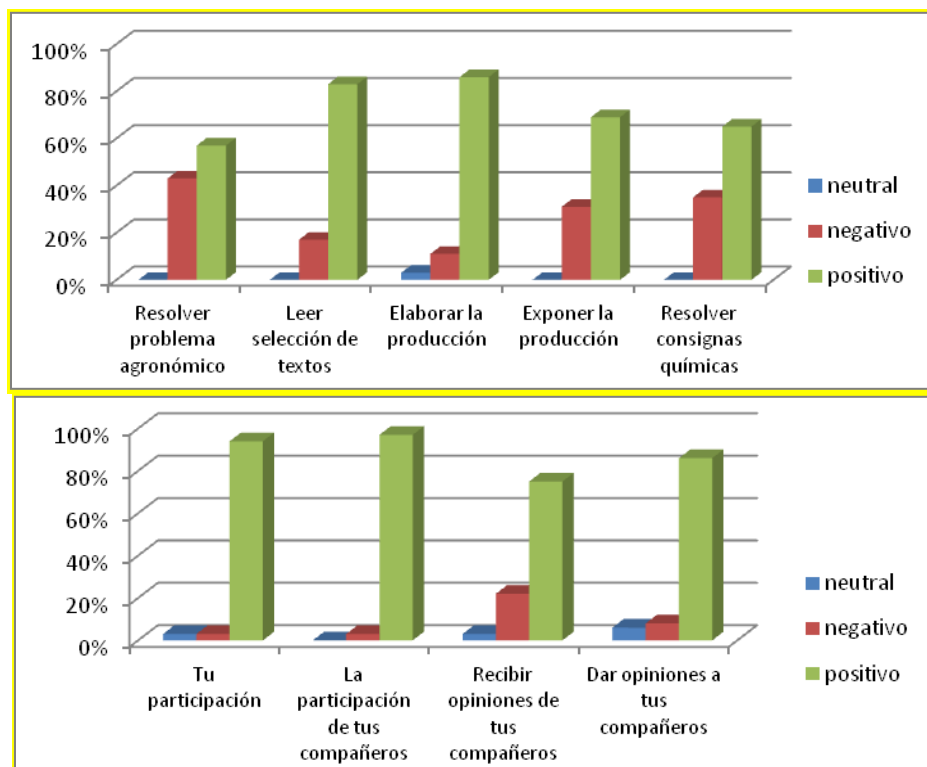


Figura 6. Porcentaje de opiniones de estudiantes de la cohorte 2017 respecto a las actividades (gráfico superior) y respecto a actitudes (inferior) desarrolladas durante la propuesta didáctica.

Se observa que los resultados fueron muy positivos tanto respecto a las actividades como a las propias actitudes.

La actividad que los estudiantes percibieron como menos positiva fue la Resolución del problema agronómico (Actividad 1), que clasificaron como "difícil", posiblemente porque culturalmente siempre se sienten presionados a contestar sólo de forma "correcta".

Con respecto a las actitudes, hubo una percepción menos positiva en recibir las opiniones y valoraciones de los compañeros, aun cuando éstas fueron respetuosas y con muy buen nivel de valoración.

## CONCLUSIONES

La propuesta didáctica presentada en este artículo resultó ser muy motivadora para los estudiantes de la primera asignatura con contenidos químicos del primer año universitario, de la carrera de Agronomía. La idea tras el desarrollo era abordar los temas de *fórmulas químicas* y *nomenclatura de compuestos inorgánicos* -usualmente iniciales-, dentro del acotado tiempo dedicado a ellos y con la inclusión de una perspectiva de enseñanza en contexto, como forma de superar la tradicional presentación clasificatoria y normativa del tema, sin elementos atractivos para el aprendizaje.

El MACCS resultó un marco didáctico apropiado para planificar las actividades contextualizadas, lográndose predecir conflictos cognitivos, anticipar errores, y anticipar compromiso, motivación y actitudes positivas frente al aprendizaje.

Los problemas contextualizados en el perfil de un profesional agrónomo resultaron desafiantes para los estudiantes y apropiados para estimular sus esfuerzos de resolución. Esto generó interés, en un clima cordial, donde las docentes respetaban las contribuciones de los estudiantes como partes sustanciales de los procesos idiosincrásicos de aprendizaje. Este ambiente facilitador y respetuoso incluyó a las instancias de presentación de los trabajos finales, donde los estudiantes se mostraron creativos, buscaron material informativo adicional, y pusieron de manifiesto un alto compromiso por brindar esfuerzos explicativos sobre los contenidos químicos objeto de aprendizaje. Las actividades incluían instrumentos que permitieron a las docentes –y a los propios estudiantes- monitorear procesos de aprendizaje, tanto grupales como individuales, de forma cualitativa –estos temas son introductorios y, por lo tanto, nunca son evaluados en forma numérica en los exámenes parciales.

Los estudiantes desplegaron muchas más capacidades que aquellas pasivas de las clases tradicionales. Toda la propuesta pudo llevarse a cabo en el tiempo previsto, que en el curso tradicional se dedicaba a la presentación de reglas teóricas y ejercicios, mientras en esta propuesta se destinó a originar y resolver conflictos cognitivos en los estudiantes, motivarlos para un trabajo intenso extra clase y auto-regulado, y para darles espacio de lucimiento personal y grupal. La propuesta se diferenció de la tradicional resolución de problemas químicos tipo y posterior tediosa ejercitación, y apuntó a la motivación, a mejorar la auto-estima de los estudiantes de agronomía, con valoración positiva y toma de conciencia sobre la importancia de los conceptos químicos subyacentes a los conocimientos requeridos en el desarrollo de su futura profesión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A. (2005) *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: la epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Caamaño, A. (2018) Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación química*. 29,1, 21-54. <http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/63686>
- Díaz Barriga, F. (2006). Aprendizaje basado en problemas. De la teoría a la práctica: Carlos Sola Ayape (Dir. Ed.) México, Trillas, 2005, 221 pp. *Perfiles educativos*, 28(111), 124-127. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-26982006000100007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982006000100007)

- Galagovsky, L.R. (2004a). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte I. El modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229-240.
- Galagovsky, L.R. (2004b). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte II. Derivaciones comunicacionales y didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 349-364.
- Galagovsky, L., Bekerman, D., y Di Giacomo, M. A. (2014). Capítulo 7. Enseñanza de la química: lenguajes expertos como obstáculos de aprendizaje pp 107-118, en *Avances en Didáctica de la Química: Modelos y lenguajes*, Editores Merino C, Arellano, M y Adúriz Bravo, A. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile. <http://www.ccpems.exactas.uba.ar/biblio/Modelos%20y%20Lenguajes.pdf>
- Goyeneche, M. A. (2018) Indagación sobre alternativas de enseñanza aplicadas en un curso introductorio de Química universitaria sobre los temas Tabla Periódica y Fórmulas y Nomenclatura Química. Tesis. FAHCE. UNLP. <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis>
- Goyeneche, M. A., y Galagovsky, L. R. (2020) Química para Agronomía: tres años de experiencia innovadora. Simposio virtual Enseñanza de las Ciencias Naturales #4. <https://www.youtube.com/watch?v=JAZAP8r84eA>
- Marban, L., y Ratto, S. (2005). Nitrógeno del suelo. *Tecnologías en análisis de suelos*. (117-122) Buenos Aires, Argentina: Asociación Argentina Ciencia del suelo.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente. <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>
- Petrucci, R. H., Herring, F.G., Madura, J. D., y Bissonnette, D. (2011) *Química General. Principios y aplicaciones modernas*. Madrid. España: Pearson
- Porlán, R., y Martín, J. (1999) El diario del profesor. Un recurso para la investigación en el aula. (7) Sevilla: Díada.
- Sala, L. (2011) La química de los metales involucrada en biología: la bioinorgánica. En L. Galagovsky (Dir.) *Química y civilización* (312-315). Buenos Aires: Argentina: Asociación Química Argentina.
- Sirvent, M.T. (2003) *El proceso de investigación*. Ficha 1. Cátedra de Investigación y Estadística Educacional I. Facultad de Filosofía y Letras. UBA. OPFyL.
- Thomas, G.P. (2020). A Bibliography on Metacognition (and some related topics). [https://www.academia.edu/43061992/A\\_Bibliography\\_on\\_Metacognition\\_and\\_some\\_related\\_topics](https://www.academia.edu/43061992/A_Bibliography_on_Metacognition_and_some_related_topics)

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **EXPERIENCIA TEÓRICA-PRÁCTICA VIRTUAL SOBRE TENSION SUPERFICIAL Y CAPILARIDAD**

Juan Ariel Pullao<sup>1,3</sup>, Mauricio Arce<sup>2,4</sup>, Adriana Serquis<sup>2,3,4</sup>

*1-Comisión Nacional de Energía Atómica. Centro Atómico Bariloche. Departamento Materiales Nucleares. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.*

*2-Comisión Nacional de Energía Atómica. Centro Atómico Bariloche. Departamento Caracterización de Materiales. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.*

*3-Cátedra de Fisicoquímica. Universidad Nacional de Río Negro. Sede andina. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.*

*4-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - CONICET.*

E-mail: [arielpullao@gmail.com](mailto:arielpullao@gmail.com)

Recibido: 30/07/2020. Aceptado: 09/09/2020.

**Resumen.** Los conceptos de tensión superficial y capilaridad se enseñan anualmente en la cátedra de fisicoquímica del Profesorado en Nivel Medio y Superior en química (Universidad Nacional de Río Negro - Sede andina) a través una propuesta teórica-práctica de carácter presencial. Este año, debido a la situación de emergencia sanitaria que atraviesa el país a causa del COVID-19, esta propuesta se readaptó y se realizó de forma virtual mediante dos encuentros por videoconferencia. Esto permitió un intercambio bidireccional entre los alumnos y el equipo docente, favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje y un desarrollo óptimo de la práctica. En este trabajo se comparte la experiencia desarrollada y una valoración de la misma, con el objetivo de que sea funcional a profesores de ciencias naturales en futuras prácticas docentes.

**Palabras clave.** práctica de laboratorio virtual, práctica de fisicoquímica, tensión superficial, capilaridad.

### **Virtual theoretical-practical experience about surface tension and capillarity**

**Abstract.** The concepts of surface tension and capillarity are taught annually in the professorship of physicochemistry at the Profesorado de Nivel Medio y Superior en Química (Universidad Nacional de Río Negro - Sede Andina) through theoretical-practical proposal in the classroom. This year, due to the health emergency situation that the country is going through due to the COVID-19, this proposal was readapted and carried out virtually through two videoconference meetings. These allowed for a bilateral exchange between students and teachers, favoring the teaching-learning process and an optimal development of the practice. This work shares the experience developed and an evaluation of it, with the aim of making it functional for natural science teachers in future teaching practices.

**Key words.** virtual laboratory practice, physicochemical practice, surface tension, capillarity.



## INTRODUCCIÓN

Entre los contenidos disciplinarios que se abordan en las cátedras de fisicoquímica se encuentran los conceptos de tensión superficial y capilaridad. En el Profesorado de Nivel Medio y Superior en Química perteneciente a la Universidad Nacional de Río Negro-Sede Andina, estos contenidos se trabajan durante el primer cuatrimestre de cada ciclo lectivo, con estudiantes de cuarto año, y mediante una propuesta teórica-práctica que comprende dos encuentros presenciales. Usualmente, en el primero de estos espacios se enseñan los conceptos de tensión superficial y capilaridad, mientras que en el segundo se realiza una práctica de laboratorio. La clase teórica se lleva a cabo con un enfoque dialogado-expositivo, lo que permite que los estudiantes construyan el conocimiento de forma organizada y gradual (López, 2002; Pozo, 1997). Seguido de este espacio, y en un segundo encuentro, los estudiantes determinan la tensión superficial del agua, del mercurio y del alcohol. Para ello se coloca en un vaso de precipitados una alícuota del líquido a ensayar, se introduce en su interior una probeta y se observa el ascenso o descenso del fluido por la misma. Mediante un microscopio óptico y una notebook se toman imágenes de los meniscos y a través de un software de computadora se determina el ángulo de contacto entre el líquido y la pared de la probeta (figura 1a). También se mide la altura  $h$  que alcanza el líquido en el interior del tubo (figura 1b) y el diámetro de éste. Para estas mediciones los estudiantes suelen definir una escala a conveniencia (figura 1c).

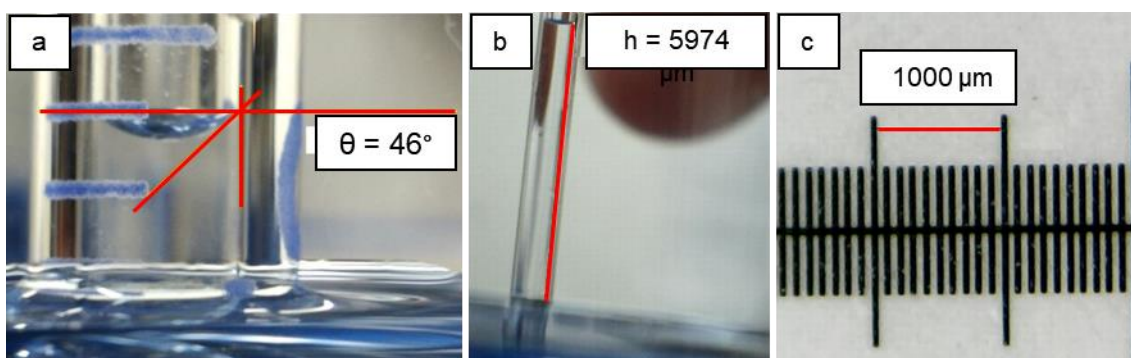


Figura 1. Fotografías de la práctica de laboratorio presencial. a) Determinación del ángulo de contacto  $\theta$  del agua. b) Determinación de la altura  $h$  alcanzada por una muestra de alcohol. c) Escala empleada.

Finalmente, usando la ecuación 1 (Levine, 2002; Chang, 2008), donde  $r$  representa el radio de los capilares,  $h$  la altura que alcanza el fluido,  $\rho$  la densidad del líquido,  $\theta$  el ángulo de contacto y  $g$  la aceleración de la gravedad, los estudiantes determinan el valor de la tensión superficial " $\gamma$ " para los tres líquidos ensayados.

$$\gamma = \frac{r h \rho g}{2 \cos \theta} \quad (1)$$

En esta ocasión, debido a la situación de emergencia sanitaria que atraviesa el país, esta práctica se readaptó y se llevó a cabo de forma virtual. Las

experiencias de este tipo ofrecen la posibilidad de romper con la rigidez de las barreras horarias, pudiendo realizarse en espacios de tiempo acordes a las múltiples ocupaciones que pueden llegar a tener los alumnos en sus domicilios (Moreira-Segura, 2014). El equipo docente ha considerado este aspecto al diseñar la propuesta; ya que la falta de tiempo por parte de los estudiantes, debida a responsabilidades de índole familiar o laboral, puede intervenir considerablemente en sus aprendizajes, conduciéndolos a un posible estado de frustración (Borges, 2005). Por otro lado, las propuestas de este estilo ofrecen la posibilidad de que los estudiantes construyan su conocimiento con el equipo docente como guía; otorgándoles libertad de trabajo y un espacio constante para responder las dudas (Requena, 2008). A su vez, la readaptación de esta propuesta en un formato virtual, permite contextualizarla de acuerdo las necesidades de los estudiantes (Marín, 2017; Climent, 2017), facilitándoles así la correcta realización de la misma.

## **OBJETIVO DEL TRABAJO**

En este trabajo se comparte una experiencia teórica-práctica virtual sobre tensión superficial y capilaridad con el objetivo de que la misma pueda ser empleada en futuras prácticas docentes por profesores de ciencias naturales.

## **DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA VIRTUAL**

La experiencia comenzó con un espacio teórico donde se trabajaron los conceptos de tensión superficial y capilaridad. Para ello se realizó una videoconferencia con los estudiantes donde haciendo uso de una pizarra electrónica, el equipo docente explicó los conceptos de interés, la matemática implicada y la química asociada a los mismos (Atkins, 1991). Simultáneamente se abordaron las preguntas y los comentarios que iban surgiendo, posibilitando un espacio de diálogo que enriqueció el encuentro.

A continuación, en una segunda videoconferencia, se desarrolló la práctica experimental, la cual se dividió en tres partes. En la primera se les pidió a los estudiantes que colocaron pequeñas gotas de leche, salsa de soja, vaselina, agua, aceite y otros líquidos que tuvieran en sus domicilios sobre superficies plásticas, metálicas o de madera, y que mediante la aplicación *Angulus* estimaran el ángulo de contacto de cada muestra (figura 2).

El objetivo de esta parte era realizar un análisis cualitativo del fenómeno de tensión superficial, estableciendo una relación entre las formas de las gotas y los ángulos estimados en cada caso. Para ello se discutió la relación de ángulos  $\theta$  como resultado de las fuerzas de adhesión y cohesión de los líquidos. La fotografía de la gota de mercurio (figura 2f) fue aportada por el equipo docente, dado que es una sustancia tóxica que debe ser manipulada en un laboratorio. En este caso, para la determinación del ángulo de contacto, los estudiantes emplearon un transportador digital.

A continuación, en la segunda parte de la experiencia, la profesora de la cátedra realizó una demostración del ascenso capilar de muestras de agua coloreada, glicerina y mercurio, empleando una probeta y un vaso de precipitados. El grupo docente tomó fotografías de la demostración y las



compartió con los estudiantes para que estos calcularan la tensión superficial de cada líquido (figuras 3a-3c) utilizando la fórmula 1. Los resultados obtenidos por los alumnos se muestran en la tabla 1. Como se observa en la misma, las tensiones calculadas con el transportador digital dieron valores más cercanos, a los valores reportados, que los determinados utilizando la aplicación. Adicionalmente, se les pidió que repitieran el experimento en sus domicilios, usando cartuchos de birome como capilares, agua coloreada como fluido de ascenso y que tomaran fotografías de las pruebas (figura 3d).

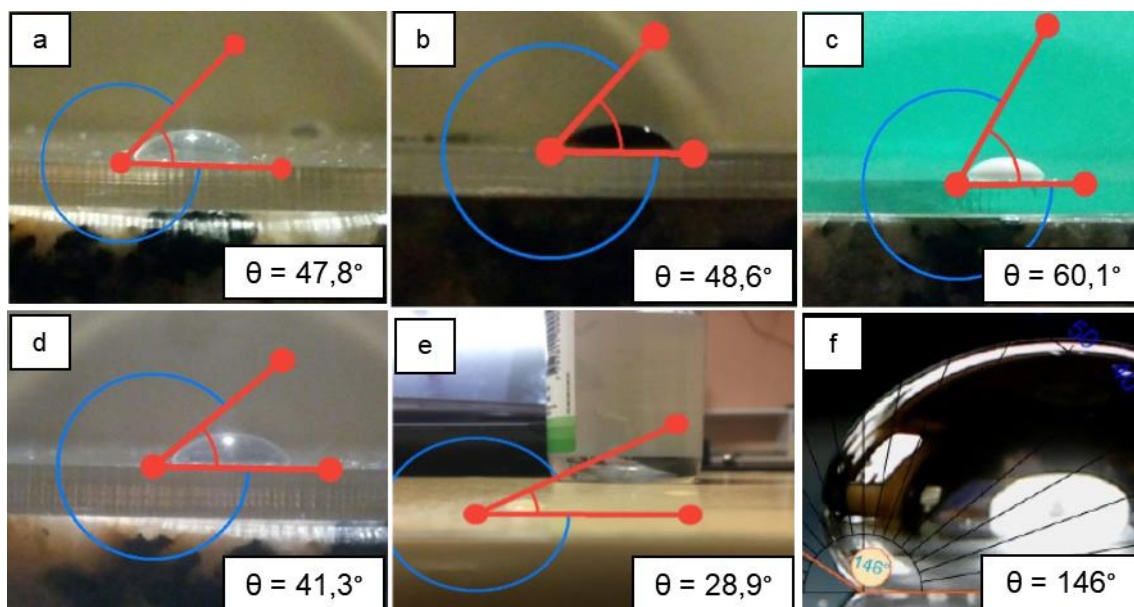


Figura 2. Gotas de algunos líquidos con sus ángulos de contacto  $\theta$ . a) Vinagre. b) Salsa de soja. c) Leche. d) Agua. e) Vaselina. f) Mercurio.

Tabla 1. Valores de tensión superficial calculados por los estudiantes.

Líquido	Tensión superficial ( $\gamma$ ) calculada con ángulos medidos con aplicación [N/m]	Tensión superficial ( $\gamma$ ) calculada con ángulos medidos con transportador digital [N/m]	Tensión superficial y tabulada a 20 °C [N/m]
Glicerina	0,074	0,051	0,0594
Agua con colorante (usando capilar grueso)	0,084	0,069	0,0728
Agua con colorante (usando capilar fino)	0,103	0,073	0,0728
Mercurio	-	0,4506	0,465



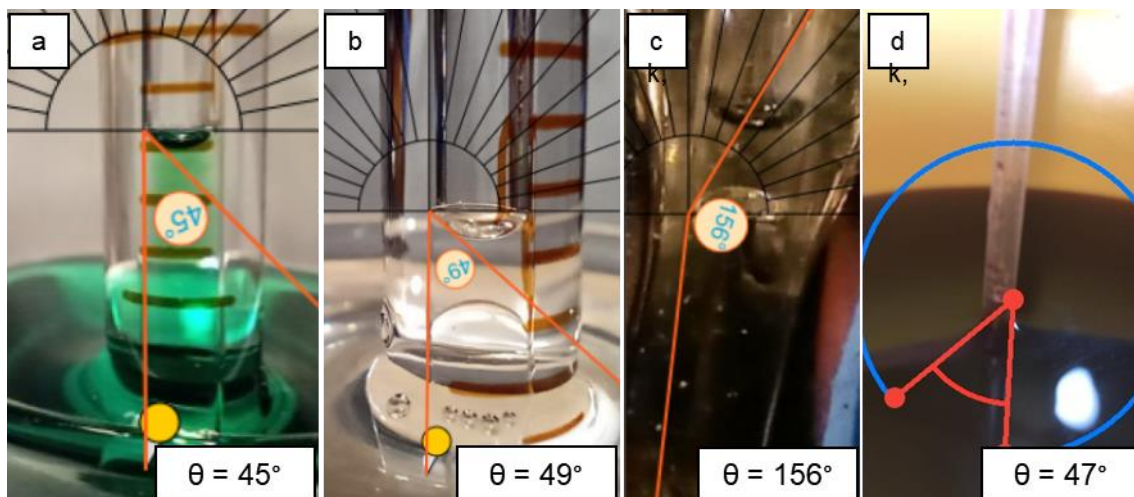


Figura 3. Determinaciones de los ángulos de contacto  $\theta$  de a) Agua coloreada. b) Glicerina. c) Mercurio. d) Muestra de agua de uno de los estudiantes.

Finalmente, en la última parte de la práctica los docentes sumergieron distintos tipos de papeles en agua coloreada (figura 4), y tomando fotografías que fueron enviadas a los estudiantes, estos analizaron cualitativamente el fenómeno de capilaridad. Además, se les pidió a los alumnos que repitieran la experiencia en sus casas, empleando trozos de servilletas, papel A4, carilina, papel de filtro y otros papeles que tuviesen.

Esto les permitió concluir que el agua coloreada alcanzaba una mayor distancia en la servilleta que en el resto de los papeles, atribuyendo dicho comportamiento a la fuerzas de cohesión entre moléculas de agua y de adhesión entre estas y las superficies porosas del papel.

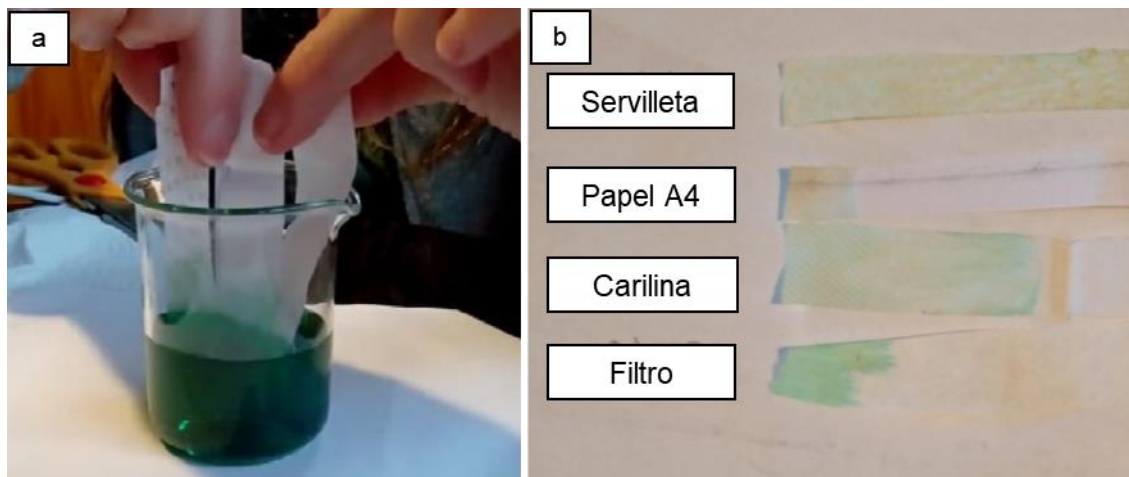


Figura 4. a) Demostración del fenómeno de capilaridad. b) Papeles ensayados.

Todas estas conclusiones se encuentran reportadas en un informe de laboratorio redactado por los estudiantes. Ése archivo cuenta con aportes de todo el alumnado.

## **CONCLUSIONES: VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA VIRTUAL**

La experiencia se realizó exitosamente. Los estudiantes pudieron construir los conceptos de tensión superficial y capilaridad mediante la readaptación de una propuesta teórica-práctica en un formato virtual. Los encuentros por videoconferencia permitieron un intercambio bidireccional entre los alumnos y el equipo docente, favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje y un desarrollo óptimo de la experiencia.

La pizarra electrónica empleada durante la clase teórica permitió enseñar los conceptos de forma progresiva y pausada, facilitando el seguimiento de los mismos por parte de los estudiantes. Por otro lado, la clase se vio enriquecida con las preguntas del alumnado, que se desarrollaron de forma clara durante todo el encuentro. Es importante mencionar que debido a problemas de conectividad, algunas veces el audio de las conversaciones se veía interrumpido, por lo que fue necesario usar el chat para tratar algunas preguntas.

En la parte práctica, los estudiantes realizaron todas las actividades con materiales y líquidos que se encontraban en sus domicilios. Además, emplearon softwares, aplicaciones y teléfonos celulares que reemplazaron los elementos que se suelen utilizar en las prácticas presenciales. Si bien en la segunda parte se realizó una demostración empleando materiales de laboratorio, la misma puede llevarse a cabo prescindiendo de los mismos; las probetas pueden reemplazarse por cartuchos vacíos de birrome o sorbetes descartables mientras que la glicerina y el mercurio por líquidos de uso domiciliario.

Por otra parte, el fenómeno de capilaridad también puede trabajarse usando telas de distintas tramas en lugar de papeles. Esto permitiría estudiar el ascenso capilar mediante la observación de la mojabilidad de las telas, para posteriormente, establecer una relación entre ésta y los conceptos teóricos desarrollados.

Finalmente, esta práctica (en su formato virtual) puede ser realizada por estudiantes y profesores en espacios de enseñanza media y de nivel superior, realizando las transposiciones didácticas correspondientes y sin la necesidad de un laboratorio ni material de vidrio.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a Tania Curin, Natalia Subiabre, Guillermina Martiniau y a Matías Barquiza por las fotos de las figuras 2, 3 y 4.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Atkins, P. W. (1991). *Fisicoquímica*. (3ª Ed.) USA: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Borges, F. (2005). La frustración del estudiante en línea. Causas y acciones preventivas. *Digithum, Les humanitats en l'era digital*, 7(7).
- Chang, R. (2008). *Fisicoquímica*. (1ª Ed.) USA: Mc.Graww Hill Interamericana.

- Climent, T. L. A., García, B. D. y Simó, L. V. (2017). Empleo de smartphones y apps en la enseñanza de la física y la química. X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, N° Extraordinario: 671-677.
- Levine, I. N. (2002). *Fisicoquímica 1*. (5ª ed.) Madrid: McGraw Hill/Interamericana de España, S. A U.
- López, R. (2002). Análisis de los métodos didácticos en la enseñanza. *Publicaciones. Revistas de la Universidad de Granada*, 32, 261-333.
- Marín, L., Marín, C. y Ospina, J. (2017). Laboratorio virtual de química: una experiencia de diseño interdisciplinar. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 51, 98-110.
- Moreira-Segura, C. y Delgadillo-Espinoza, B. (2014). La virtualidad en los procesos educativos: reflexiones teóricas sobre su implementación. *Tecnología en Marcha*. 28, 121-129.
- Pozo, J. I. (1997). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. (5ª ed.) Madrid: Ed. Morata, S. L.
- Requena, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías, aplicado en el proceso de aprendizaje. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 5(2), 6.

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO DOMICILIARIO. MITOS Y REALIDADES**

Marcela F. Medina<sup>1</sup>, Patricia Rojas<sup>2</sup>, Gerardo R. Argañaraz<sup>3</sup>, Mónica I. Rodríguez<sup>4</sup>, Cristina Torres<sup>5</sup>

*Cátedras de <sup>1</sup>Biología, <sup>2</sup>Farmacoquímica, <sup>3</sup>Química General, <sup>4</sup>Química Analítica III, <sup>5</sup>Química Inorgánica. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia-Universidad Nacional de Tucumán. Ayacucho 471-4000. Tucumán, Argentina.*

E-mail: [maria.torres@fbqf.unt.edu.ar](mailto:maria.torres@fbqf.unt.edu.ar)

Recibido: 28/07/2020. Aceptado: 07/08/2020.

**Resumen.** En el presente trabajo se describen el alcohol etílico, el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno, productos químicos de alto uso domiciliario, por su acción antiséptica y/o desinfectante, incentivado por el contexto del brote del virus SARS-CoV-2 que produce la COVID-19 y hoy transformada en pandemia. Se exponen argumentos científicos que refutan creencias populares de estos productos que pueden representar un riesgo para la salud. Con este aporte se pretende llegar a criterios unificados en relación al uso y al manejo seguro de los mismos, especialmente de productos y/o mezclas que contengan sustancias corrosivas, tóxicas o inflamables, promoviendo así, una cultura de seguridad química en los hogares.

**Palabras clave.** químicos de uso domiciliario, mitos, alcohol etílico, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno.

### **Chemical products for home use. Myths and realities**

**Abstract.** This work describes the high household use of ethanol, sodium hypochlorite, and hydrogen peroxide as antiseptics and/or disinfectants by the pandemic context of the SARS-CoV-2 virus (COVID-19). The objective of this work is to present scientific arguments that refute the popular beliefs concerning the inadequate use of these products which represent a health risk are presented. This contribution pretends to unifier criteria about the safe use and handling at the home of corrosive, toxic, or flammable substances, alone or in mixtures to promote a culture of chemical safety in homes.

**Key words.** use of chemicals at home, myths, ethanol, sodium hypochlorite, hydrogen peroxide.

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, se ha ampliado la gama de productos químicos que se utilizan en forma cotidiana con el fin de mejorar nuestra calidad de vida. La pandemia por COVID-19 ha puesto de manifiesto la importancia vital de la higiene, del saneamiento y de un acceso adecuado a agua limpia para prevenir y controlar las enfermedades (Organización de las Naciones Unidas, 2020). En este contexto, hay sustancias químicas que se usan con mayor frecuencia en nuestros hogares y cada una de ellas posee



propiedades fisicoquímicas que condicionan su uso y la probabilidad de generar riesgo para la salud.

Las prácticas de higiene y saneamiento se remontan a 7.000 años con las civilizaciones de romanos, egipcios, griegos y babilonios. En relación a esta última civilización, se encontraron documentos que describen la mezcla de grasas hervidas con cenizas poniendo de manifiesto el origen del jabón. En el siglo II d. C. Galeno, médico griego, fue el primero en demostrar la importancia del uso del jabón para la higiene personal como medio curativo (Romero y Huesca y col., 2017). Durante el siglo XIX Louis Pasteur fue quien inauguró la era microbiana y logró sentar los principios científicos que permitieron la obtención de vacunas. Joseph Lister llevó los descubrimientos de Pasteur al campo de la cirugía surgiendo así, la asepsia y la antisepsia. Mientras la asepsia es la técnica que permite eliminar todo microbio del material quirúrgico, la antisepsia es la técnica que permite eliminar los microbios patógenos capaces de producir enfermedades en los quirófanos, salas de hospital o en las heridas. Otras brillantes contribuciones de este siglo fueron el descubrimiento de microorganismos productores de algunas enfermedades realizado por Koch, y las investigaciones de Von Behring sobre los mecanismos de defensas de organismos animales frente a microorganismos que condujeron al desarrollo de la inmunología. De esta manera, se establecieron nuevas formas de proteger, preservar y restablecer la salud (Von Behring y Santiago, 2004).

A nivel doméstico, y frente a la situación actual de pandemia por COVID-19 se ha puesto de manifiesto un aumento en la frecuencia de uso de productos químicos con propiedades antisépticas, desinfectantes y sanitizantes. Algunos de ellos son empleados solos o mezclados sin tener en cuenta que el uso inadecuado pone en peligro la salud.

Existe una creencia popular que tiende a usar indistintamente los términos como antiséptico, desinfectante y sanitizante, sin embargo, los conceptos son diferentes. El antiséptico es una sustancia que inhibe el crecimiento o destruye microorganismos sobre tejido vivo. El desinfectante es un compuesto que ejerce la misma acción (inhibir el crecimiento o destruir microorganismos) sobre superficies u objetos inanimados (Benedí, 2005; López González y col., 2014; Diomedi y col., 2017), mientras que el sanitizante reduce la mayoría de los microorganismos del medio ambiente y objetos inanimados hasta el punto en que no generen un riesgo para la salud (Diomedi y col., 2017).

En Argentina, el control de productos de uso domiciliario está regulado por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). Este organismo tiene por objetivos principales el registro, la fiscalización y la vigilancia de sustancias químicas con la finalidad de garantizar a la población la eficacia, seguridad y calidad de los productos que la misma consume. Así, todas las empresas elaboradoras, fraccionadoras, e importadoras están obligadas a registrar los establecimientos y los productos a comercializar, de acuerdo a la normativa legal y técnica establecida. La ANMAT exige que el almacenamiento y el empleo seguro de los productos químicos respeten el cumplimiento de las

recomendaciones consignadas en sus rótulos o etiquetas (ANMAT, 2020), debiendo ser tenidas en cuenta antes de adquirirlos.

Con el propósito de abordar algunas creencias populares sobre el uso domiciliario de productos químicos, en el presente trabajo se describen alcohol etílico, hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno con el fin de incentivar criterios unificados en relación al uso y al manejo seguro de los mismos, promoviendo así una cultura de seguridad química en los hogares.

## **PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO DOMÉSTICO**

### **Alcohol etílico**

El término alcohol proviene del vocablo árabe al-kuhl, que significa lo más fino, lo más depurado. La historia del etanol se remonta a fines del siglo XVIII cuando Johann Tobias Lowitz (químico ruso-alemán) obtuvo etanol puro por primera vez y fue Antoine Lavoisier (químico francés) quien determinó que el etanol está formado por carbono, hidrógeno y oxígeno; y a principios del siglo XIX, Nicolas-Théodore de Saussure determinó su fórmula química. A mediados del siglo XIX, otro paso fundamental en la historia del etanol, fue la determinación de su fórmula estructural por el químico escocés Archibald Scott Couper.

El alcohol etílico o etanol ( $C_2H_6O$ ) es un líquido límpido e incoloro, de olor etéreo y de sabor ardiente. Es soluble en agua y su temperatura de ebullición es de 78,4°C. Los alcoholes son volátiles e inflamables, por lo que deben ser almacenados en lugares frescos y ventilados.

El reconocimiento de las propiedades del alcohol etílico para uso medicinal se remonta a la antigüedad, siendo usado como antiséptico y como anestésico general. Este último uso se mantuvo hasta el advenimiento de los nuevos fármacos.

En la actualidad, es habitualmente usado para desinfección y antisepsis de la piel a una concentración de 96° (95% v/v). Sin embargo, la mayor actividad antimicrobiana la presenta la concentración al 70% (v/v) en agua destilada. La creencia de que "a mayor concentración mayor poder de acción", es un mito. Ambas concentraciones de alcohol actúan mediante los mismos mecanismos produciendo precipitación y desnaturalización de proteínas, y también lesionando la membrana citoplásmica de microorganismos. La precipitación y desnaturalización de proteínas depende de la concentración de agua en la solución alcohólica. Así, el alcohol etílico al 95% provoca deshidratación en la célula microbiana, de manera que impide su penetración en la misma. Mientras, el alcohol al 70% (v/v), por la mayor presencia de agua, logra una mejor penetración en los microorganismos desorganizando la estructura lipídica de la membrana con la consiguiente lisis celular, lo que le confiere una mayor eficacia antiséptica (Benedí, 2005; López González y col., 2014; Diomedi y col., 2017).

Estudios demostraron que tanto la solución alcohólica al 70% (v/v), como así también en forma de gel, tienen la capacidad de reducir en un 99,7% la concentración microbiana de la piel de las manos. Su acción es rápida, no mancha ni deja mal olor y su efecto residual puede permanecer por varias

horas (Diomedi y col., 2017). Otro uso es como desinfectante de superficies pequeñas, pero no se recomienda para limpieza de pisos, ya que es altamente inflamable.

El origen del alcohol en gel como antiséptico para manos surgió en el año 1966 en Estados Unidos, ante la imposibilidad de tener disponible agua y jabón para cada nuevo paciente en un centro asistencial. Su uso se intensificó durante la Gripe A en el 2009 y en el 2020, ante el contexto de pandemia, es uno de los productos más buscados y de fundamental importancia para prevenir la transmisión de la COVID-19 <http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000001882cnt-20200403-recomendaciones-productos-limpieza-domiciliaria.pdf>.

En la Farmacopea Argentina se indica cómo se puede preparar alcohol al 70 % (v/v). A partir de una tabla de diluciones de alcohol etílico en la que se indica que se debe agregar 40,85 mL de agua destilada a 100 mL de alcohol al 95% (v/v) para preparar alcohol al 70% (v/v) [http://www.anmat.gov.ar/webanmat/fna/flip\\_pages/Farmacopea\\_Vol\\_IV/files/assets/basic-html/page414.html](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/fna/flip_pages/Farmacopea_Vol_IV/files/assets/basic-html/page414.html).

Un aporte de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán es un video sobre buenas prácticas para la preparación y uso de alcohol al 70% (v/v), elaborado por el Consejo de Extensión y destinado a la comunidad en general <http://www.fbqf.unt.edu.ar/video/slider/alcohol-70-domestica.mp4>.

Con el brote del virus SARS-CoV-2 que produce la COVID-19, surgido en Wuhan (China) en diciembre de 2019 y hoy transformado en pandemia, surgieron mitos difundidos por las redes sociales que carecen de fundamento científico. Uno de ellos menciona que “el consumo de bebidas alcohólicas destruye el virus que causa la COVID-19” y otro expresa que “si se consumen bebidas alcohólicas de alta graduación es posible matar al virus en el aire inhalado” (Aguilera, 2020). Sin embargo, las bebidas alcohólicas no previenen ni destruyen el virus y tampoco aportan beneficios en una alimentación saludable (Mendez, Padilla y Lanza, 2020). Otro mito es “la asociación de alcohol etílico con lavandina para potenciar la acción desinfectante”. Sin embargo, esta mezcla produce una reacción química que libera gases clorados (cloroformo y ácido clorhídrico) muy tóxicos, y disminuye la estabilidad de la lavandina y el poder desinfectante de ambos (Diomedi y col., 2017; Talavera Bustamante y Menéndez Cabezas, 2020).

### **Hipoclorito de sodio (lavandina)**

Haciendo un poco de historia, a mediados del siglo XVIII, fue el químico Claude Louis, conde Berthollet, quien caracteriza las propiedades decolorantes que posee el cloro y diseña un procedimiento para blanquear telas utilizando una solución de hipoclorito de sodio. Es reconocido como el inventor de la lejía, también llamada agua de Javel. Aunque, las propiedades desinfectantes fueron encontradas a fines del siglo XVIII por el médico Pierre-François Percy y el farmacéutico Antoine Germain Labarraque.

Una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) es la lavandina; pertenece a la familia de los compuestos halogenados y su principio activo es el cloro. El mismo, a temperatura ambiente es un gas de color amarillo verdoso, dos veces y media más pesado que el aire y tiene un olor sofocante intensamente desagradable.

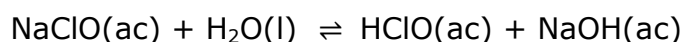
La lavandina es un poderoso agente oxidante, blanqueador, desodorizante, desinfectante y de bajo costo. Se debe almacenar preferentemente a temperatura inferior a 25 °C, ya que a temperaturas superiores el NaClO, se descompone disminuyendo su estabilidad (Diomedi y col., 2017). Además, se debe conservar en envases inactivos bien cerrados <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/213814/20190821>; [http://www.cda.org.ar/detalle\\_normativa.php?id=2092](http://www.cda.org.ar/detalle_normativa.php?id=2092).

Los compuestos clorados se usan a nivel industrial y para el tratamiento de las aguas. Para uso doméstico, la concentración del cloro activo (expresada como NaClO) se comercializa entre 2,5 y 8% (p/v) (g de cloro activo/100 mL de solución). En relación a la prevención de la Covid-19 se recomienda una concentración 0,05% (p/v) para la desinfección de superficies. Teniendo en cuenta que en el mercado existen diferentes concentraciones, es importante leer el rótulo de los envases de lavandina antes de realizar la dilución. Por ejemplo, si la lavandina tiene una concentración de 55 g Cl/L se debe usar 10 mL de solución comercial para preparar 1 L de solución diluida. En cambio, si la concentración es de 25 g Cl/L se debe usar 20 mL de solución comercial para preparar 1 L de solución al 0,05% (p/v).

Un aporte de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán, en este tiempo de pandemia, es un video elaborado por el Consejo de Extensión sobre buenas prácticas para preparar la dilución de uso doméstico de la lavandina, destinado a la comunidad en general <http://www.fbqf.unt.edu.ar/video/slider/lavandina-domestica.mp4>.

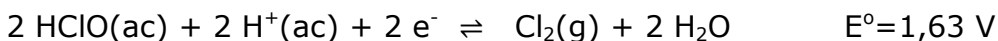
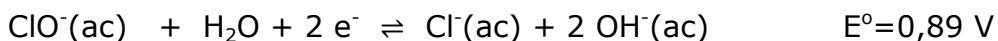
La mezcla de lavandina con otros productos químicos para potenciar el efecto y lograr mejores resultados constituye un mito. El uso asociado no sólo contrarresta el efecto buscado, sino que además es perjudicial para la salud. Así, por ejemplo, "la mezcla de lavandina con detergente" produce la pérdida de la acción desinfectante de la lavandina debido a que la misma oxida al detergente liberando cloro gaseoso, que es extremadamente tóxico. Una reacción similar se produce al "mezclar con vinagre (solución diluida al 5% de ácido acético)" (Talavera Bustamante y Menéndez Cabezas, 2020). Otra creencia es "diluir la lavandina con agua caliente o tibia hace más eficiente su acción", sin embargo, la dilución en esta condición produce vapores tóxicos (Diomedi y col., 2017).

El poder desinfectante de la solución de hipoclorito de sodio radica en su capacidad de oxidación. En presencia de agua el NaClO, reacciona para dar ácido hipocloroso (HClO), según las siguientes reacciones:



El HClO posee mayor potencial normal de reducción ( $E^0$ ) medido en voltios (V) que el  $\text{ClO}^-$ ; y por lo tanto, es más activo como desinfectante:





La acción desinfectante del HClO depende del pH del medio. En medio alcalino, prevalece la forma iónica dissociada (estable y menos activa). En medio ácido o neutro predomina la forma ácida no dissociada (inestable y más activa). Las moléculas no polares se disuelven mejor en las membranas que las polares, teniendo mayor poder germicida el HClO que el ion  $\text{ClO}^-$ .

Sobre los microorganismos, el hipoclorito de sodio actúa atravesando la membrana plasmática, que es de naturaleza fosfolipídica, y oxidando enzimas que contienen grupos sulfhidrilo ( $-\text{SH}$ ). Una de las enzimas afectadas es la succinato deshidrogenasa que interviene en el Ciclo de Krebs, cuando ésta enzima se oxida inhibe los mecanismos celulares de obtención de energía (Diomedi y col., 2017).

Es aconsejable para una eficiente desinfección, que las superficies ambientales estén libres de materia orgánica ya que ésta inactiva al NaClO. Una norma de seguridad es ventilar los ambientes durante su uso.

### **Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada)**

A principios del siglo XIX, el químico y farmacéutico Louis Jacques Thénard describió el proceso de obtención del peróxido de hidrógeno a partir de peróxido de bario con ácido nítrico. Una versión mejorada de este proceso, que lleva su nombre, usa ácido clorhídrico, luego la adición de ácido sulfúrico para precipitar el subproducto de sulfato de bario. A fines del siglo XIX, el químico alemán Richard Wolffenstein obtuvo por primera vez peróxido de hidrógeno puro mediante un proceso de destilación al vacío (Wolffenstein, 1894). En 1892 el fisicoquímico italiano Giacomo Carrara fue quien determinó la masa molecular del peróxido de hidrógeno mediante el descenso crioscópico, confirmando que su fórmula molecular es  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Otro paso fundamental en la historia del peróxido de hidrógeno fue la determinación de su estructura molecular por el físico matemático inglés William Penney y el físico escocés Gordon Sutherland (Penney y Sutherland, 1934).

En la década de 1910, el  $\text{H}_2\text{O}_2$  comenzó a emplearse con fines medicinales. Durante la 1ª Guerra Mundial los médicos usaron inyecciones intravenosas de peróxido de hidrógeno para tratar la neumonía y combatir la epidemia que estalló poco después de la guerra. En la 2ª Guerra Mundial su uso permitió controlar infecciones y gangrena de los heridos, disminuyendo así, el número de amputaciones.

La solución de peróxido de hidrógeno o agua oxigenada es un líquido límpido, incoloro, inodoro, con sabor ligeramente amargo. Se descompone en forma espontánea a temperatura ambiente en contacto con sustancias oxidables, algunos metales, y también frente al calor. En presencia de luz se desproporciona en oxígeno y agua, debido a esta inestabilidad se debe almacenar en recipientes inactínicos de cierre perfecto y a temperatura ambiente (Benedí, 2005).

La concentración del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> se expresa en volúmenes, que representa el volumen de oxígeno en condiciones normales que puede producir un volumen de agua oxigenada. Por ejemplo, el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 3% (p/v) o 10 volúmenes es aquella que produce 10 L de oxígeno en condiciones normales a partir de 1 L de agua oxigenada.

El H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tiene diversos usos, uno muy conocido es su empleo en cosmética en concentraciones al 6% (p/v) (20 volúmenes) o al 9% (p/v) (30 volúmenes). En la industria se usa en concentraciones superiores al 30% (p/v) (110 volúmenes) para blanquear telas y pasta de papel; y en particular, en la industria alimentaria para blanquear quesos, carnes, y también en la elaboración de aceites vegetales. En estas concentraciones el agua oxigenada es muy tóxica por lo que no se debe ingerir, inhalar, o entrar en contacto con la piel o los ojos.

Para uso medicinal se emplean las soluciones de peróxido de hidrógeno estabilizadas al 3% (p/v) (10 volúmenes) y 6% (p/v) (20 volúmenes) con una acción antiséptica para limpiar heridas, detener hemorragias pequeñas (hemostático débil) y desprender apósitos adheridos e impregnados de sangre. Por ser un agente oxidante de acción muy breve su uso ha sido superado por otros productos, a pesar de ello, aún se utiliza en hospitales. En relación a la prevención de la Covid-19 se recomienda el uso en una concentración al 0,5% (p/v).

Para preparar una solución de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de concentración deseada (solución final), se aplica la siguiente fórmula partiendo de un producto comercial de concentración conocida:

$$V_i = \frac{C_f \cdot V_f}{C_i}$$

Donde:

V<sub>i</sub> (Volumen inicial) es la cantidad de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de concentración conocida.

V<sub>f</sub> (Volumen final) es el volumen que tendrá la solución final.

C<sub>f</sub> (Concentración final) es la concentración deseada de la solución a preparar.

C<sub>i</sub> (Concentración inicial) es la concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> comercial.

El H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> es efectiva para la desinfección, no es corrosiva y no deja residuos. Se la emplea al 3% (p/v) diluida en igual proporción con agua sobre diferentes superficies (baños, lavamanos y pisos) y mezclada en igual proporción con vinagre para la desinfección de tablas de picar, potenciando su acción.

Respecto a su mecanismo de acción, se ha demostrado que produce iones hidroxilo y radicales libres que actúan oxidando componentes esenciales del microorganismo (lípidos, proteínas y ADN). Además, libera oxígeno por acción de las catalasas tisulares, incrementando su concentración y poniendo de manifiesto sus propiedades germicidas, viricidas, antisépticas, desinfectantes y desodorizantes (Benedí, 2005; Diomedi y col., 2017).

Las células de organismos animales, en condiciones fisiológicas, generan peróxido de hidrógeno en bajas concentraciones ( $10^{-7}$  M) como producto secundario de la cadena de transporte de electrones (cadena respiratoria) en las mitocondrias. Si se incrementa dicha concentración, es tóxica para las células (Chance y col., 1979). En los glóbulos blancos el peróxido de hidrógeno cumple una función de defensa frente a microorganismos.

La miel de abejas es un producto natural que contiene peróxido de hidrógeno proporcionado en forma continua por la enzima peroxidasa que se encuentra en alta concentración. Es por ello que cuando la miel es aplicada en heridas actúa como un antibacteriano fisiológicamente no tóxico (Lusby, Coombes y Wilkinson, 2002).

Algunas creencias populares que circulan de una generación a otra, afirman que la acción desinfectante se potencia "mezclando agua oxigenada con lavandina". Sin embargo, en esta asociación se forman cloratos y, por la reacción exotérmica podría ocurrir una explosión (Talavera Bustamante y Menéndez Cabezas, 2020). Otro mito, está relacionado con el "uso frecuente para blanquear los dientes". Su empleo, sin supervisión odontológica no es aconsejable, ya que por su potente acción oxidante elimina la flora que es necesaria para la salud bucal (Cahuantico Carhuapoma, Cheng Abusabal, Noborikawa Kohatsu y Tay, 2016).

## **CONCLUSIÓN**

En el actual contexto de Covid-19 y especialmente en el ámbito doméstico se ha incrementado el uso y con él, los mitos relacionados con productos químicos como alcohol etílico, hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno.

La cultura de seguridad química en los hogares tiene una mirada holística donde la educación desempeña un rol fundamental como el medio más efectivo de transformación que posee la sociedad. Esta cultura pretende que cada individuo en el transcurso de su vida desarrolle competencias de aprendizaje sobre los productos químicos de uso domiciliario. Como así también, adquiera habilidades para el manejo seguro de los mismos y tenga argumentos para refutar mitos, garantizando la salud.

## **AGRADECIMIENTO**

Los autores agradecen la invitación de la Prof. Dra. María Gabriela Lorenzo para publicar este trabajo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aguilera, C. (2020). *Equipo Técnico Dirección de Programas de Salud del Gobierno de San Juan*. <https://sisanjuan.gob.ar/salud-publica/2020-05-20/22516-salud-publica-informa-las-consecuencias-del-consumo-de-alcohol-sobre-la-salud>.

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (2020). [http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Legislacion/Domisanitarios/Disposicion ANMAT 7292-1998.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Legislacion/Domisanitarios/Disposicion_ANMAT_7292-1998.pdf).

- Benedí, J. (2005). Antisépticos. *Farmacia Profesional*, 19(8), 58-61.
- Cahuantico Carhuapoma, Y., Cheng Abusabal, L., Noborikawa Kohatsu, A. K. y Tay, L. Y. (2016). Blanqueamiento interno: Reporte de caso. *Revista Estomatológica Herediana*, 26(4), 244-254.
- Chance, B., Sies, H., Boveris, A. (1979). Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiological Reviews*, 59, 527-605.
- Diomedi, A., Chacón, E., Delpiano, L., Hervé, B., Jemenao, M. I., Medel, M., Quintanilla, M., Riede, G., Tinoco, J. y Cifuentes, M. (2017). Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología. *Revista chilena de infectología*, 34(2), 156-174.
- López González, L., Gutiérrez Pérez, M., Lucio-Villegas Menéndez, M., Aresté Lluch, N., Morató Agustí, M. y Pérez Cachafeiro, S. (2014). Introducción a los antisépticos. *Atención Primaria*, 46(Supl 2), 1-9.
- Lusby, P. E., Coombes, A. y Wilkinson, J. M. (2002). Honey: a potent agent for wound healing. *Journal of Wound, Ostomy & Continence Nursing*, 29(6), 295-300.
- Mendez, D., Padilla, P. y Lanza, S. (2020). Recomendaciones alimentarias y nutricionales para la buena salud durante el COVID-19. *Innovare: Revista de Ciencia y Tecnología*, 9(1), 55-57.
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). *17 objetivos para transformar nuestro mundo: Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. Washington, DC, EE.UU. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Penney, W. G. y Sutherland, G. B. B. M. (1934). The theory of the structure of hydrogen peroxide and hydrazine. *Journal of Chemical Physics*, 2(8), 492-498.
- Romero y Huesca, A., Limón Espinoza, I. G., López Schietekat, R., Huante Pérez, J. A., Martínez Romero, M. A. y Olvera Gutiérrez, G. Y. (2017). Impacto del galenismo durante la edad media: la importancia de la cultura árabe en su introducción al mundo médico cristiano. *Anales Médicos (México)*, 62(3), 232-239.
- Talavera Bustamante, I. y Menéndez Cabezas, A. (2020). Una explicación desde la química: ¿por qué son efectivos el agua y jabón, el hipoclorito de sodio y el alcohol para prevenir el contagio con la COVID-19? *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(2) especial COVID-19. <http://www.revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/781/819>.
- Von Behring, E. A. y Santiago, A. R. (2004). Genios de la Microbiología. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 24(1-2), 108-109.
- Wolffenstein, R. (1894). Concentration und destillation von wasserstoffsperoxyd. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 27, 3307-3312.

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **VTOS: VISUALIZADOR TRIDIMENSIONAL DE OPERACIONES DE SIMETRÍA PARA EL GRUPO PUNTUAL $D_2$**

Rosa Elena Arroyo-Carmona<sup>1</sup>, Hugo Vázquez-Lima<sup>2</sup>, Samuel Hernández-Anzaldo<sup>2</sup>, Yasmi Reyes-Ortega<sup>2</sup>, Aarón Pérez-Benítez<sup>1</sup>

*1-Facultad de Ciencias Químicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 18 sur y av. San Claudio. Col. Jardines de San Manuel. C. P. 72570, Puebla, Pue. México.*

*2-Centro de Química del ICUAP. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 18 sur y av. San Claudio. Col. Jardines de San Manuel. C. P. 72570, Puebla, Pue. México.*

E-mail: [aaron.perez@correo.buap.mx](mailto:aaron.perez@correo.buap.mx)

Recibido: 10/07/2020. Aceptado: 28/07/2020.

**Resumen.** Se describe la construcción y el uso de un modelo tridimensional sencillo que es útil para visualizar las operaciones de simetría del grupo puntual  $D_2$ , al que pertenecen entidades químicas tales como el  $(C_{28}-D_2)[5,6]$ -fullereno y el catión complejo  $[Cu(en)_2]^{2+}$ . El modelo puede construirse con materiales reciclables o de costo bajo y las operaciones de simetría sirven de base teórica para su diseño. Los ejes binarios de rotación propia se indican mediante las notaciones convencional y matricial a dos renglones de la teoría de permutaciones. Por ser un grupo puntual de orden cuatro, el  $D_2$  es ideal para introducir conceptos básicos de la teoría de grupos, tales como el de "tabla de multiplicación" y grupo Abelian.

**Palabras clave.** simetría molecular, grupo Abelian, modelo tridimensional, grupo puntual  $D_2$ .

### **VTOS: three-dimensional visualizer of symmetry operations for $d_2$ point group**

**Abstract.** The construction and use of a simple 3D-model that is useful for visualizing the symmetry operations of  $D_2$ -symmetry point group are presented.  $(C_{28}-D_2)[5,6]$ -fullerene and  $[Cu(en)_2]^{2+}$  complex cation belong to this symmetry point group. The model can be built starting from low-cost or recyclable materials and the symmetry operations serve as a theoretical basis for its design. Because it is a point group of order four,  $D_2$  is ideal for introducing basic concepts of group theory, such as "multiplication table" and the Abelian group.

**Keywords.** molecular symmetry, Abelian group, three-dimensional model,  $D_2$  point group.

## **INTRODUCCIÓN**

La simetría y su uso en la química, la física y las matemáticas, así como en la vida cotidiana son muy comunes. No obstante, la enseñanza y el aprendizaje requieren del uso de la inteligencia espacial del alumno, quien



en ocasiones necesita un modelo tridimensional para desarrollarla. En el caso de la química usualmente recurrimos a imágenes de moléculas y modelos computacionales o físicos para ilustrar las operaciones y los elementos de simetría que poseen (Cotton, 1999; Hargittai y Hargittai, 2009).

Así, en nuestros cursos de estereoquímica orgánica y de química de coordinación, utilizamos modelos físicos de bajo costo desarrollados por nosotros mismos y por nuestros estudiantes, para la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos fundamentales de la simetría. Básicamente se han seguido dos estrategias: la primera es abordar ejemplos de alta simetría (Pérez-Benítez y Arroyo-Carmona, 2003) y la segunda usar ejemplos de baja simetría (Pérez-Benítez, 2002).

En este trabajo se presenta con el mismo objetivo, una tercera estrategia que consiste en el estudio de la simetría del grupo puntual diédrico  $D_2$  (Fuentes, 2008), a partir de un modelo elaborado a base de un rectángulo de cartón corrugado. A este modelo lo hemos denominado genéricamente como "Visualizador Tridimensional de Operaciones de Simetría, VTOS".

Al grupo puntual  $D_2$  pertenecen entidades químicas como el  $(C_{28}-D_2)[5,6]$ -fullereno (Cozzi, Powell y Thilgen, 2005) y el catión complejo  $[Cu(en)_2]^{2+}$  (Figura 1).

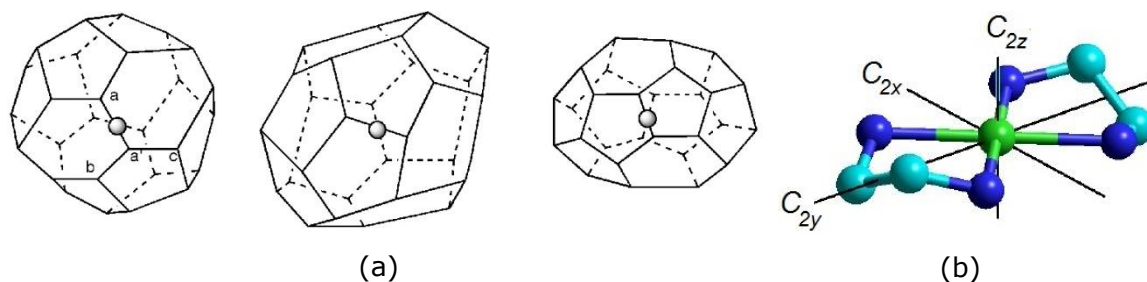


Figura 1. Vista colineal a los tres ejes de rotación propia  $C_2$  del  $(C_{28}-D_2)[5,6]$ -fullereno (a) y la ubicación de los tres  $C_2$  del catión complejo  $[Cu(en)_2]^{2+}$ , siendo  $C_{2z}$  el eje principal (b).

## EL GRUPO PUNTUAL DE SIMETRÍA $D_2$

Los objetos y las moléculas que pertenecen a este grupo puntual son de orden cuatro ( $h = 4$ ); es decir, poseen cuatro operaciones propias de simetría: La identidad ( $E$ ) y tres rotaciones  $C_2$  (giros de  $180^\circ$ ) que normalmente coinciden con los ejes cartesianos ( $C_{2x}$ ,  $C_{2y}$  y  $C_{2z}$ ), los cuales se ilustran en la figura 2a siguiendo la regla de la mano derecha (Tipler, 2006).

Si consideramos un objeto rectangular cuasi-plano al que le dibujamos un círculo en la esquina superior izquierda y le aplicamos independientemente, rotaciones de  $180^\circ$  en el eje  $X$ , en el eje  $Y$  y en el eje  $Z$ , vemos en los dos primeros casos que el punto se ha desplazado respectivamente, a la esquina inferior izquierda y superior derecha de la parte de atrás; en



cambio, una rotación en el eje Z (perpendicular al plano del papel) desplaza el punto a la esquina inferior derecha de la parte de enfrente (Figura 2b).

A falta de más puntos, esos movimientos que se han aplicado sobre el objeto son distinguibles. Ese hecho se debe a que el rectángulo modificado ya no es muy simétrico; así que si ahora dibujamos sobre el modelo inicial, puntos en los sitios que generamos con las rotaciones; es decir, dos puntos en la esquina superior izquierda e inferior derecha por la parte de enfrente y dos puntos en la esquina superior derecha e inferior izquierda por la parte de atrás, entonces generamos un objeto con más simetría.

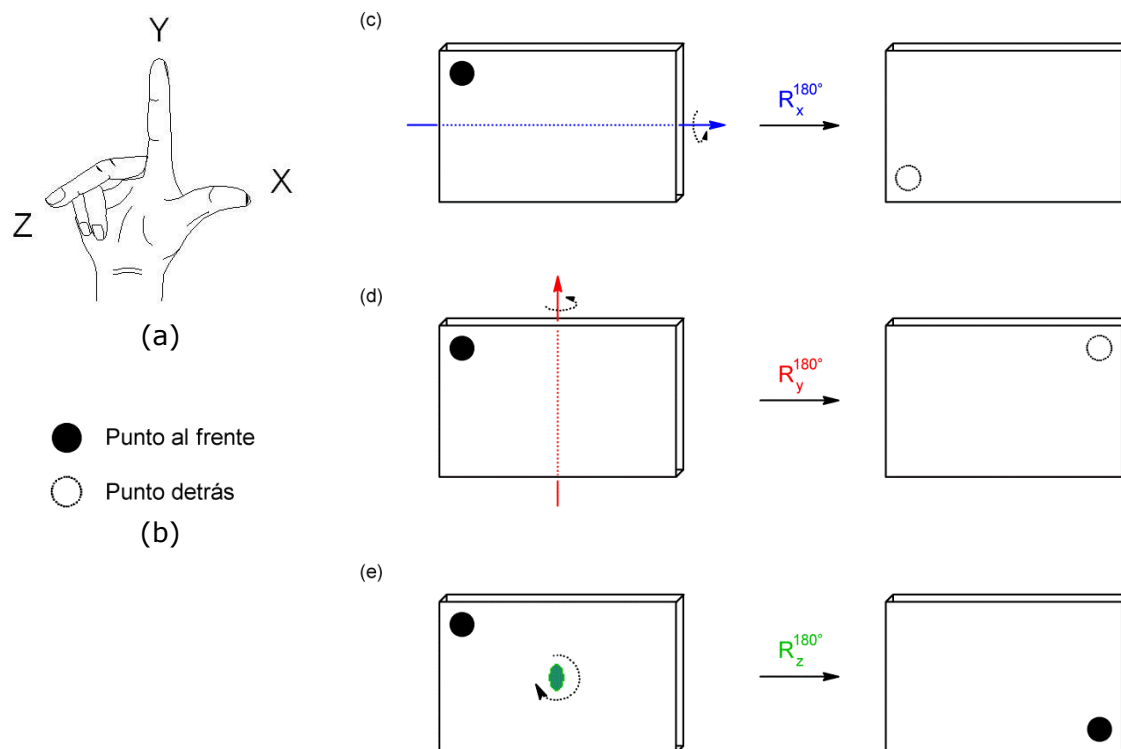


Figura 2. Ejes cartesianos (a) y notación de los puntos que se usarán en el modelo (b). Rotaciones de  $180^\circ$  aplicados en X, Y y Z, sobre un punto contenido en un rectángulo cuasi-plano (c – e).  $R_z$  es la rotación en el eje perpendicular al plano del cartón.

Con esos cuatro puntos ya se pueden definir las operaciones de simetría del grupo puntual  $D_2$  que son: tres ejes binarios de rotación propia  $C_2$  (colineales con los ejes cartesianos X, Y y Z y que por lo tanto se denominaron en este contexto como  $C_{2x}$ ,  $C_{2y}$  y  $C_{2z}$ ) y la identidad E (Figura 3). En esa figura se observa que todas las operaciones de simetría dan aparentemente el mismo resultado porque obviamente eso son: ¡Operaciones de simetría!

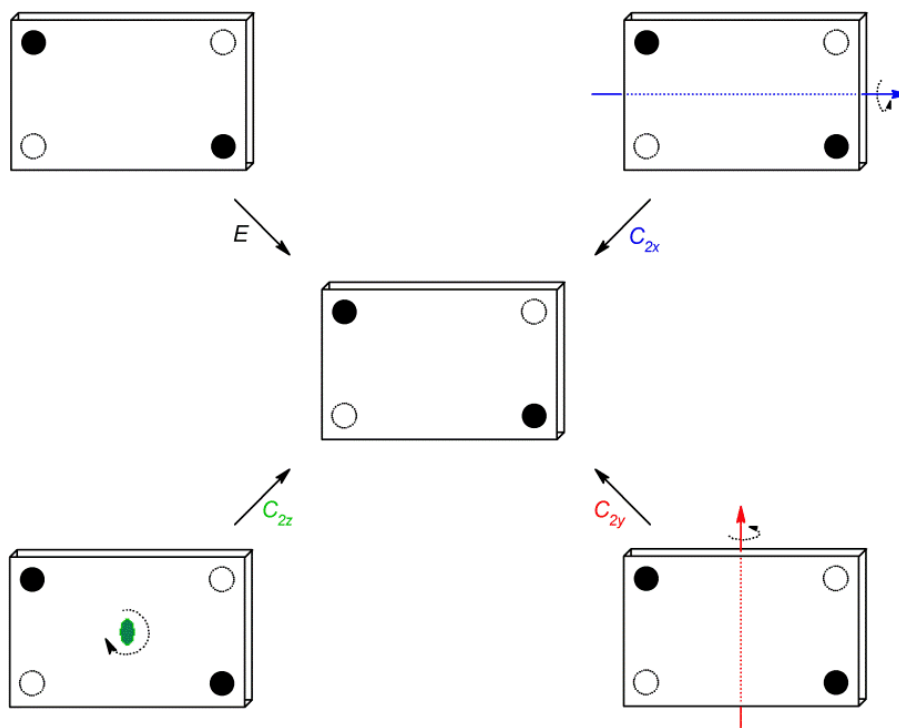


Figura 3. Operaciones de simetría del grupo puntual  $D_2$ : La identidad  $E$  y tres ejes binarios de rotación propia  $C_2$  colineales con los ejes cartesianos  $X$ ,  $Y$  y  $Z$ .

Para matizar el resultado de aplicar cada una de esas operaciones se pueden enumerar los puntos según se indica en la Figura 4. La matriz abajo de las flechas indica, según la notación a dos renglones para las permutaciones (Bogart, 2017), como se intercambian los puntos al aplicar la operación de simetría correspondiente; por ejemplo,  $C_{2x}$  hace que permuten 1 con 4 y 2 con 3 (Figura 4a).

En las tablas de multiplicación de los grupos puntuales, las operaciones de simetría del grupo se enlistan en las cabeceras, iniciando con las propias y continuando con las impropias. Asimismo, el orden establecido para la multiplicación es:

$$a_i b_j = c_k$$

donde  $a_i$  es la operación en la cabecera de la columna,  $b_j$  es la operación en la cabecera del renglón y  $c_k$  es el producto de las operaciones de simetría (Tabla 1; Willock, 2009). Estos hechos permiten demostrar las propiedades matemáticas del grupo; por ejemplo, que:

- 1) Las operaciones de simetría nunca se repiten en un renglón ni en una columna
- 2) Se cumple la propiedad de cerradura: El producto de dos operaciones de simetría es una operación que también forma parte del grupo.
- 3) A menos que se trate de un grupo Abelian (Fuentes y Fuentes, 2008), el orden en el que se aplican las operaciones de simetría puede dar un resultado distinto.



4) La operación identidad  $E$  es una operación neutra por lo que siempre deja invariante a cualquier otra operación del grupo.

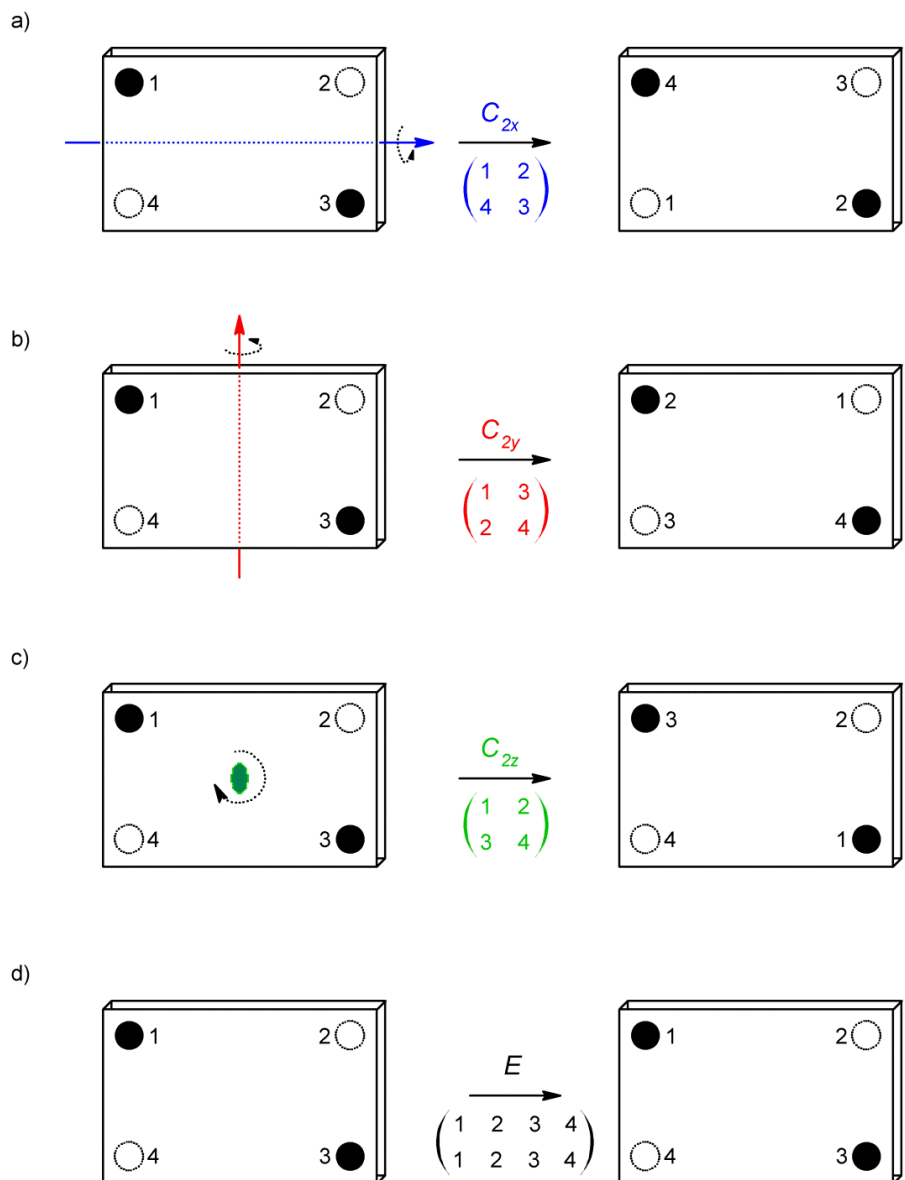


Figura 4. Resultado de aplicar las operaciones de simetría del grupo puntual  $D_2$  usando puntos numerados sobre el modelo propuesto y la notación a dos renglones de la teoría de permutaciones.

En la figura 5 se demuestra que el grupo puntual  $D_2$  es Abelian; es decir, que sus operaciones de simetría son conmutativas. Así:

$$C_{2z} = C_{2x}C_{2y} = C_{2y}C_{2x}$$

Tabla 1. Tabla de multiplicación del grupo puntual  $D_2$ , un grupo Abeliano de orden cuatro ( $h = 4$ )

	$E$	$C_{2x}$	$C_{2y}$	$C_{2z}^*$
$E$	$E$	$C_{2x}$	$C_{2y}$	$C_{2z}$
$C_{2x}$	$C_{2x}$	$E$	$C_{2z}$	$C_{2y}$
$C_{2y}$	$C_{2y}$	$C_{2z}$	$E$	$C_{2x}$
$C_{2z}$	$C_{2z}$	$C_{2y}$	$C_{2x}$	$E$

\*Por convención,  $C_{2z}$  se denomina eje principal y es perpendicular al plano molecular; en nuestro caso, al plano del cartón.

### Construcción del Visualizador de Operaciones de Simetría, VTOS, para el grupo puntual $D_2$

#### Materiales:

Un rectángulo de cartón corrugado de 7 x 10 cm

4 etiquetas o círculos de papel de un mismo color

Tres hisopos o seis palillos de madera

#### Procedimiento:

- 1) Dibuje o coloque las etiquetas sobre el cartón, según se ilustra en la figura 3; es decir, en las esquinas superior izquierda e inferior derecha de cada lado del cartón.
- 2) Divida los hisopos en dos e introdúzcalos intersectando la mitad de las aristas del rectángulo, según se ilustra en las figuras 4 y 6b.
- 3) Inserte el tercer hisopo (o palillo) en el centro del rectángulo, perpendicularmente al plano del cartón. Si es necesario, use un punzón para hacer un orificio inicial y facilitar el ingreso del hisopo. El modelo terminado se presenta en la figura 6b.

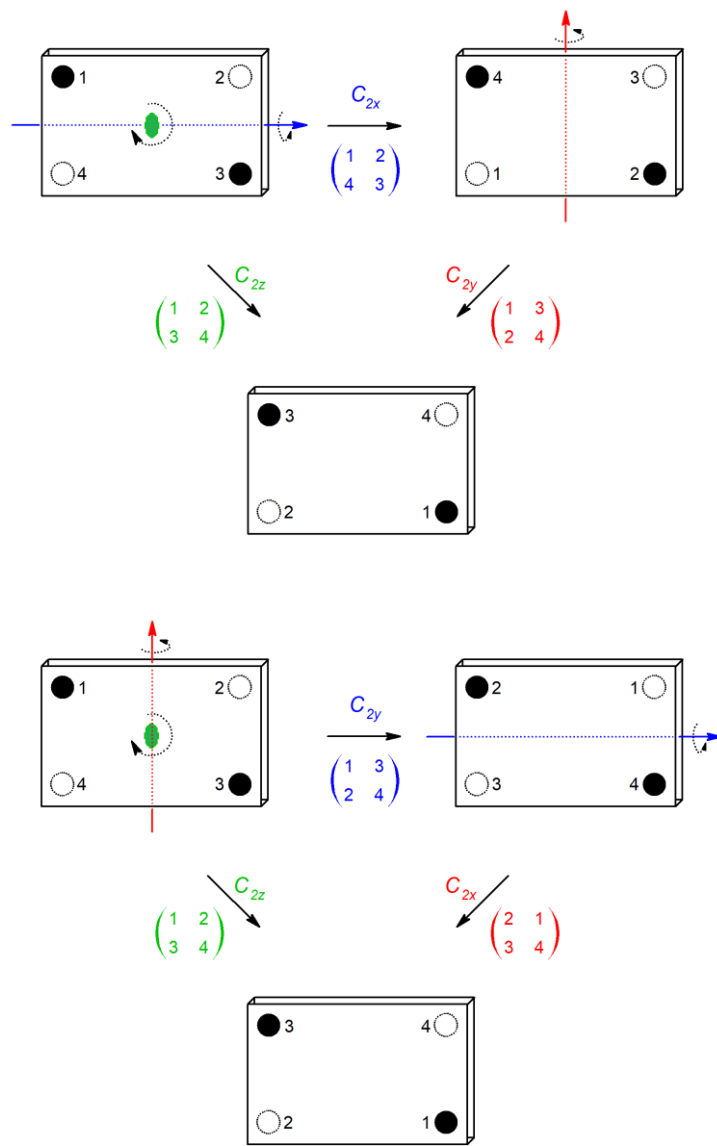


Figura 5. Demostración de la propiedad conmutativa del producto de dos operaciones de simetría en el grupo puntual  $D_2$ :  $C_{2z} = C_{2x} C_{2y} = C_{2y} C_{2x}$

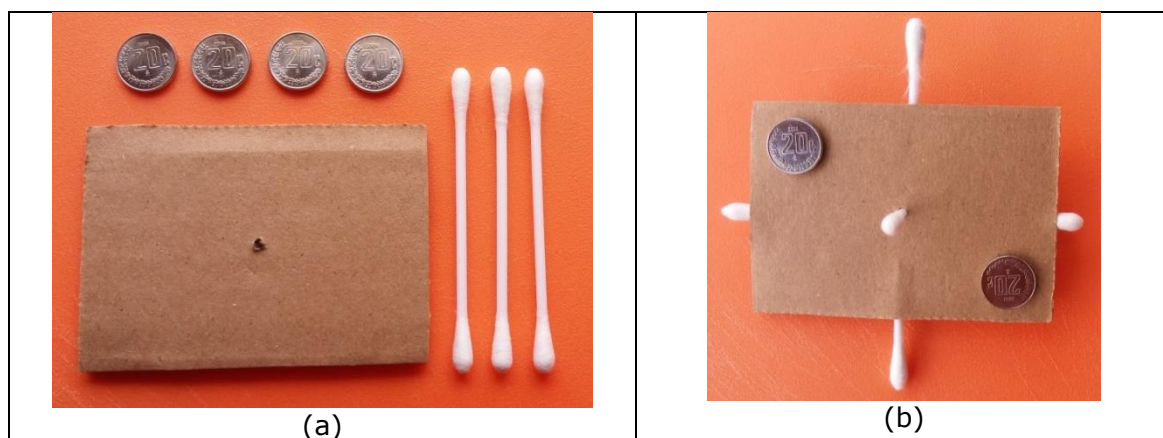


Figura 6. Materiales (a) y modelo terminado del VTOS para el grupo puntual  $D_2$  (b).

## Ejercicio sugerido (Trabajo colaborativo)

Los objetos que pertenecen a este grupo puntual son quirales (del griego *chair = mano*), lo cual significa que el objeto y su imagen en un espejo plano no son superponibles entre sí (Thakkar, 2017). Si un par de estudiantes trabajan en equipo construyendo los modelos de la izquierda y derecha de la figura 7 podrán darse cuenta que no es posible superponerlos.

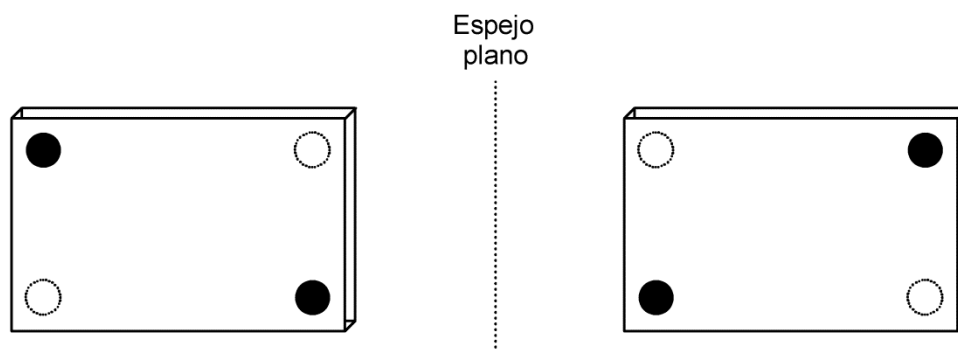


Figura 7. Los objetos que pertenecen al grupo puntual  $D_2$  son quirales (imágenes en el espejo no superponibles entre sí)

## CONCLUSIÓN

Se ha descrito la construcción de un Visualizador Tridimensional de Operaciones de Simetría, VTOS, a partir de materiales de bajo costo. Asimismo, se propone su uso en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos básicos de la simetría del grupo puntual  $D_2$ , para lo cual se recomienda aplicar la metodología presentada en este trabajo.

En su forma más simple y con propósitos de sustentabilidad, algunos de nuestros estudiantes optaron por dibujar los ejes sobre el modelo en lugar de representarlos físicamente. En ambos casos, una vez visualizados los ejes de rotación propia sobre él, les resultó más sencillo ubicarlos en las entidades químicas de la figura 1.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bogart, K. (2017). Groups acting on sets. In *Combinatorics through guided discovery* (pp. 103-132). Createspace Independent Publishing Platform.
- Cotton, A. (1999). *La Teoría de Grupos Aplicada a la Química*. Limusa.
- Cozzi, F., Powell, W. H., y Thilgen, C. (2005). Numbering of fullerenes (IUPAC recommendations 2004). *Pure and Applied Chemistry*, 77(5), 843-923. <https://doi.org/10.1351/pac200577050843>
- Fuentes Cobas, L., y Fuentes Montero, M. (2008). *La Relación estructura-simetría-propiedades en cristales y policristales* (p. 40). Reverté.
- Hargittai, M., y Hargittai, I. (2009). *Symmetry through the eyes of a chemist*. Springer Science & Business Media.

- Pérez-Benítez, A. (2002). Ejemplificando la quiralidad con un clip. *Educación Química*, 13(1), 33-36. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2002.1.66316>
- Pérez-Benítez, A., y Arroyo-Carmona, R. E. (2003). Simetría para principiantes con un modelo octaédrico plegable. *Educación Química*, 14(4), 225-231. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2003.4.66230>
- Thakkar, A. (2017). *Quantum chemistry: A concise introduction*. Morgan & Claypool Publishers.
- Tipler, P. A., y Mosca, G. (2006). *Física para la ciencia y la tecnología. I. Mecánica, oscilaciones y ondas, termodinámica* (p. 286). Reverté.
- Willock, D. (2009). *Molecular symmetry* (pp. 25-44). John Wiley & Sons.

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **PANDEMIA Y CONTINUIDAD PEDAGÓGICA: REFLEXIONANDO SOBRE LA QUÍMICA EN EL CONTEXTO DE LA INMUNOLOGÍA Y SOBRE EDUCACIÓN REMOTA DE EMERGENCIA**

Silvina Lompardía

*Instituto de Estudios de la Inmunidad Humoral (IDEHU)- CONICET; Cátedra de Inmunología, Departamento de Microbiología, Inmunología, Biotecnología y Genética, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. Capital Federal (1113), Argentina.*

E-mail: [sil.lompardia@gmail.com](mailto:sil.lompardia@gmail.com)

Recibido: 30/07/2020. Aceptado: 06/09/2020.

**Resumen.** La pandemia actual cambió muchos aspectos de la vida, entre ellos, impactó directamente en las prácticas docentes, dejando al descubierto la necesidad de cambios en la educación superior que acompañen la realidad sociocultural actual. El creciente interés de la sociedad en temas relacionados a la pandemia, como el uso de plasma de convaleciente y el desarrollo de vacunas, podría actuar como un tema disparador que promueva la motivación intrínseca de los estudiantes para comprender la química y la estadística. El objetivo del presente escrito fue analizar diferentes estrategias didácticas de contextualización y de enseñanza remota de emergencia. En un principio, se desarrollaron diferentes modos de incorporar la inmunología en la explicación de otras disciplinas. Luego, se describió una estrategia didáctica para la enseñanza de la inmunología utilizada durante el confinamiento sanitario basada en el uso de clases invertidas y trabajo colaborativo. Considerando los prometedores resultados obtenidos, se reflexionó sobre su posible traslación a otras disciplinas y su potencial aplicación post pandemia.

**Palabras clave.** inmunología, química, educación remota de emergencia, contextualización.

### **Pandemic and the pedagogical continuity: reflecting on chemistry in the context of immunology and on remote emergency education**

**Abstract.** The current pandemic changed many aspects of life, including a direct impact on teaching practices, revealing the need for changes in higher education that may accompany today's sociocultural reality. Society's growing interest in topics related to the pandemic, such as the use of convalescent plasma and the development of vaccines, could act as a trigger that promotes the intrinsic motivation of students to understand chemistry and statistics. The aim of this work was to analyze different contextualization teaching strategies and remote emergency teaching. At first, different ways of introducing immunology in the explanation of other disciplines were developed. Then, a didactic strategy immunology learning used during the sanitary confinement based on the use of flipped classes and collaborative work was described. Considering the promising results obtained, it was analyzed its possible transfer to other disciplines and its potential post-pandemic application.

**Key words.** immunology, chemistry, emergency remote education, contextualization.



## **INTRODUCCIÓN**

Hace tan solo unos meses resultaba inverosímil la idea de no poder desarrollar las clases en las aulas de la universidad. Sin embargo, la irrupción del SARS-CoV-2 imposibilitó la continuidad educativa tal como la conocíamos. En dicho contexto, la educación universitaria debió adaptarse a la situación sanitaria, actuando únicamente desde la virtualidad y sin la acostumbrada presencialidad. Así, la educación remota de emergencia cobró protagonismo del mismo modo que ciertas disciplinas relacionadas directamente a la pandemia, como la epidemiología, la virología y la inmunología.

La situación descripta, si bien limitó las alternativas educativas a aquellas que pueden desarrollarse dentro de la virtualidad, también abrió las puertas a múltiples desafíos y oportunidades. Hace años que se plantea la necesidad de cambios en la educación superior derivados de las transformaciones socioculturales y de las perspectivas de las nuevas generaciones de estudiantes (Lorenzo, 2017). En este sentido, la pandemia muy probablemente haya acelerado el tan solicitado cambio a nivel universitario, favoreciendo el comienzo del asalto al castillo planteado por Campanario (2002). Así, la enseñanza remota de emergencia representa una interesante oportunidad (Hodges, Moore, Lockee, Trust y Bond, 2020).

En este contexto, vale preguntarnos una vez más cuál es la función docente y animarnos a abandonar ese rol protagónico para cedérselo al estudiante, y comenzar a ser un tutor que brinde ese andamiaje (Bruner, 1988) que favorezca los procesos cognitivos en pos de una buena enseñanza y buscando desarrollar una universidad inteligente (Fenstermacher, 1989; Perkins, 1995). Sabemos que el conocimiento es frágil y por ello necesitamos desarrollar profesionales con criterio, capacidad de reflexión y razonamiento. Hoy todo está en internet, por lo que resulta fundamental el andamiaje docente para que los estudiantes se formen desde el pensamiento crítico y con conocimiento digital. En este sentido, la motivación es muy importante y para ello, el uso del presente es un excelente recurso (Maggio, 2012). Más aún, en las carreras de ciencias naturales, donde la tradición mimética suele predominar, es hora de que todos los educadores universitarios comencemos a incorporar la tradición transformadora (Jackson, 2002).

## **OBJETIVO**

El objetivo del presente trabajo fue analizar diferentes estrategias didácticas de contextualización y de enseñanza remota de emergencia. Para ello, se abordaron dos aspectos: la motivación del estudio de disciplinas abstractas como la química y la estadística mediante el uso de la inmunología considerando el contexto sanitario actual, y el uso de estrategias implementadas para la continuidad pedagógica analizando su posible transferencia a otras disciplinas y a su potencial uso durante la futura nueva normalidad.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA PROPUESTA

La pandemia forzó la búsqueda y el uso de estrategias, aplicaciones y plataformas *online* para continuar con el proceso educativo. Dichas estrategias solían ser resistidas por la mayoría de la comunidad docente universitaria, pero el actual contexto sanitario logró derribar, al menos, una de las murallas del castillo al que hace referencia Campanario. Así, la pandemia resulta ser una oportunidad para mejorar las prácticas docentes en general y las universitarias en particular, utilizando este contexto en pos de una enseñanza poderosa (Maggio, 2018), que aplique diferentes estrategias didácticas que promuevan una universidad actual e inteligente (Perkins, 1995), que aplique aquellos saberes invisibles (Cobo Romaní y Moravec, 2011) y que motive intrínsecamente a los estudiantes.

### Contextualizando la química dentro de la inmunología

La incorporación de la inmunología podría ser un modo de acercar diferentes disciplinas contextualizando el contenido y contribuir así a la motivación intrínseca de los estudiantes. En este sentido, el requerido plasma de convaleciente por su efecto neutralizante puede utilizarse desde un punto de vista químico.

La unión de los anticuerpos (Ac) a los antígenos (Ag) representa una interacción química no covalente, reversible, espontánea, de alta afinidad y mediada por interacciones electrostáticas, puentes de hidrógenos, fuerzas de van der Waals e interacciones hidrofóbicas. La misma se ve afectada por factores como la temperatura, la proporción de Ag-Ac, el pH y la fuerza iónica. De lo descrito se desprende la existencia de un equilibrio dinámico para dicha unión, que determina una constante de asociación siendo su inversa la constante de disociación (Figura 1A). Vale aclarar que los Ac son inmunoglobulinas (Ig) y pueden ser moléculas monoméricas, diméricas o pentaméricas según su isotipo (Figura 1B). Cada monómero presenta dos sitios de unión idénticos (paratopes). La interacción con un solo paratope se rige mediante lo descrito previamente, mientras que, si participan más paratopes, la reacción se torna más compleja, y en este caso se habla de avides en lugar de afinidad, resultando ser la primera una interacción mucho mayor que la suma de las afinidades. Asimismo, un Ac puede reconocer diferentes Ag que sean similares desde el punto de vista estructural, siempre que exista complementariedad entre ambas moléculas, originando así reacciones cruzadas entre antígenos que presenten similares epitopes (sitio del antígeno reconocido por el anticuerpo) (Figura 1C).

De esta manera, la explicación de los diferentes fenómenos químicos nombrados podría desarrollarse en el contexto de la interacción antígeno-anticuerpo, considerando su potencial uso terapéutico frente al SARS-CoV-2, tema que está teniendo una gran difusión en nuestro país.

Asimismo, la naturaleza de los inmunoreactantes puede ser utilizada al explicar las macromoléculas, debido a que, las inmunoglobulinas son glicoproteínas (compuestas por dos cadenas livianas y dos cadenas pesadas unidas por puentes disulfuro), mientras que los antígenos pueden ser tanto proteínas como hidratos de carbono, lípidos o ácidos nucleicos.



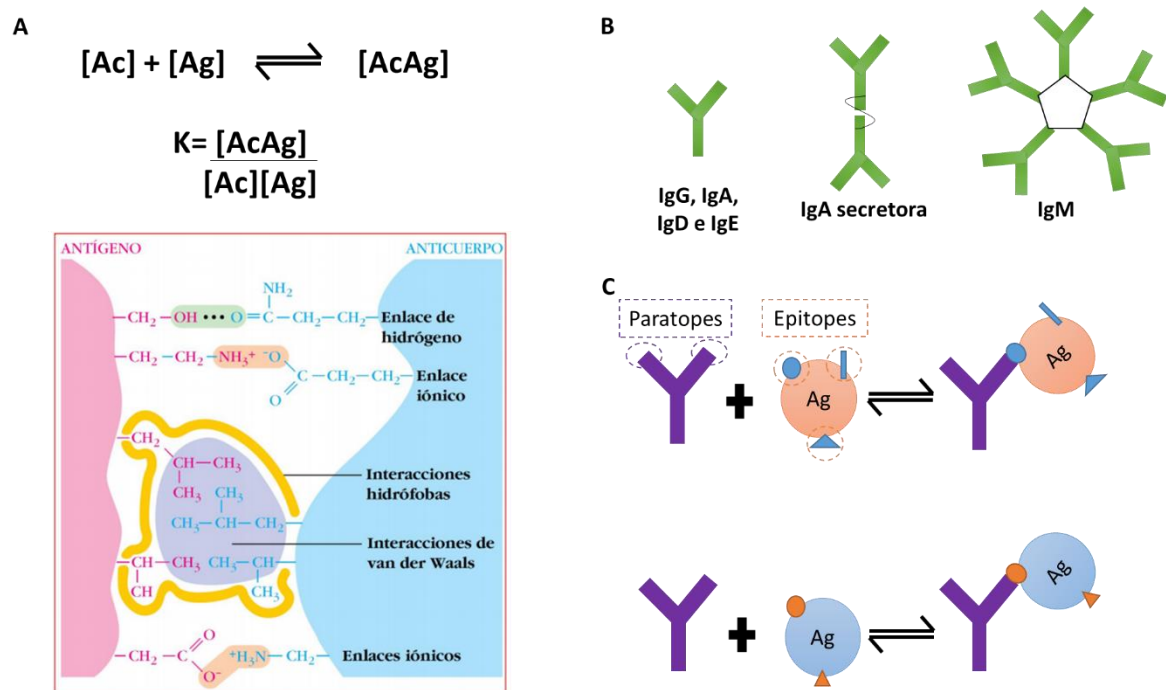


Figura 1. (A) Representación de la interacción antígeno (Ag)- anticuerpo (Ac). Panel inferior Adaptado de Goldby y col. (2000). (B) Diferentes isotipos de inmunoglobulinas (Ig). Sus diversas estructuras impactan sobre sus diferentes funciones biológicas. En el suero, pueden encontrarse las diferentes Ig monoméricas y la IgM, que desde el punto de vista funcional es pentavalente y no decaivalente por impedimento estérico. (C) Reacción cruzada frente a diferentes antígenos que poseen epitopes similares, con la consecuente neutralización de ambos.

Otro contenido de la inmunología que podría ser empleado como disparador podría ser la vacunación, la cual cobró interés público debido a la pandemia actual. Las vacunas buscan desarrollar en el individuo una respuesta inmune con la consecuente generación de células de memoria que, al enfrentarse y reconocer al antígeno para el cual son específicas, se activarán dando una rápida respuesta efectora y evitando así que nos enfermemos. Dentro de las células de memoria que se generan, se encuentran aquellas que producen los anticuerpos y que son capaces de ejercer diferentes funciones, entre ellas, la ya mencionada neutralización. Así, en el ejemplo desarrollado inicialmente se utilizan los anticuerpos producidos por un individuo recuperado como estrategia para tratar a otro individuo enfermo (otorgando inmunidad de modo pasivo), mientras que por medio de la vacunación se busca que el individuo genere activamente su inmunidad. Para potenciar y direccionar la respuesta inmune, en las vacunas se utilizan adyuvantes. En la mayoría de las vacunas aprobadas, el adyuvante utilizado es una sal de aluminio (fosfato de aluminio o hidróxido de aluminio) cuyo mecanismo de acción, además de la inmunomodulación, es el efecto depot. Este último se basa en la insolubilidad de dichas sales, permitiendo de este modo abordar el concepto de constante de solubilidad de modo contextualizado. Más aún, otros adyuvantes representan ejemplos de emulsiones (como por ejemplo el MF59, que es una emulsión aceite

(escualeno) en agua y que forma parte de formulaciones de vacunas anti-gripales) y de liposomas (aún en investigación).

Por otra parte, las opiniones vertidas por los movimientos anti-vacuna podrían utilizarse para la enseñanza de la estadística, debido a que estos grupos utilizan de manera errónea dicha rama de la ciencia para fundamentar sus afirmaciones. A modo de ejemplo (muy simplificado), supongamos una población de 1000 individuos, en donde 990 de ellos se vacunan, mientras que 10 no lo hacen. Frente a un brote determinado, se enferman 10 de las personas vacunadas (individuos no respondedores) y 8 de las no vacunadas. El análisis que los grupos anti-vacunas realizan es que, de 18 personas enfermas en total, 10 diez de ellas estaban vacunados (más de la mitad), entonces la vacuna no previene la enfermedad. El problema aquí es que en dichos cálculos no se contempla el tamaño muestral diferencial de ambos grupos. Lo correcto sería postular que del total de personas vacunadas (990), se enfermaron 10 de ellas, es decir el 1%, mientras que, del total de personas no vacunadas (10), enfermaron 8, y este número representa al 80% de la población no vacunada. Dichos grupos también afirman que las vacunas generan autismo, y para ello analizan solamente el porcentaje de individuos vacunados dentro del grupo de personas con dicha condición. Este porcentaje suele ser elevado en aquellos países donde la vacunación es sistemática, como es el caso de nuestro país. El modo correcto de analizar la situación sería calcular cuántos individuos desarrollaron algún trastorno del espectro autista, tomando como muestra de análisis al total de la población vacunada. Así, se descartaría todo tipo de asociación posible.

Ambos ejemplos reflejan la importancia de la estadística en el análisis de cuestiones de salud pública, lo cual podría generar un estímulo intrínseco sobre dicha disciplina. Vale mencionar que la vacunación resulta de importancia, no sólo para el individuo que recibe la vacuna, sino también para aquellas personas que son no respondedores o que no pueden ser vacunados por ser inmunodeficientes o alérgicos a algún componente de las formulaciones. La ausencia de enfermedad en los individuos no vacunados radica en la no circulación de ciertos agentes infecciosos producto de la vacunación masiva (inmunidad de rebaño o de masas). Es valioso destacar que el agua potable y la vacunación son las dos intervenciones en salud pública que más vidas han salvado.

Como se puede observar en los párrafos anteriores, la inmunología se rige dentro de las leyes de la química y su análisis requiere de la estadística, por lo cual, podría utilizarse esto como tema disparador, incentivando el estudio de diferentes disciplinas, considerando la actualidad e intereses derivados de la pandemia, y siempre en la búsqueda de una enseñanza poderosa.

### **De clases invertidas y otras estrategias**

La imposibilidad de la presencialidad obligó a la implementación de la virtualidad para la continuidad pedagógica en los diferentes niveles educativos mediante la enseñanza remota de emergencia. Los desafíos fueron múltiples, al igual que las oportunidades de intentar mejorar. En este sentido, la estrategia pedagógica utilizada para abordar los seminarios y trabajos prácticos acordada por los docentes de la Cátedra de Inmunología

de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires fue el uso de clases invertidas y trabajo colaborativo de a pares con tutoría docente. Para ello, las explicaciones fueron grabadas utilizando zoom, compartiendo en la pantalla un archivo de PowerPoint con recursos visuales y animaciones de soporte, o incorporando el audio explicativo sobre cada diapositiva del archivo de PowerPoint. La duración de cada clase fue diferente, pero todas fueron inferiores o iguales al tiempo de cursada presencial habitual (cuatro horas semanales). De este modo, el lenguaje oral, simbólico y las representaciones gráficas buscaron actuar sinérgicamente para abordar conceptos y procedimientos propios de la disciplina.

Para la explicación de los trabajos prácticos se utilizaron videos de YouTube que realizaban una descripción de los diferentes procedimientos. Tanto los videos como las diapositivas utilizadas fueron compartidos mediante el campus virtual de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (plataforma Moodle: <http://virtual.ffyb.uba.ar/>).

Todas las explicaciones citadas fueron acompañadas de actividades que planteaban situaciones problemáticas y cuya resolución implicaba la aplicación de la información facilitada. Cada estudiante debió realizar una entrega semanal individual de cada tema abordado, que fue revisada y devuelta a modo de retroalimentación (utilizando el recurso Tarea del Campus Virtual). Dicha actividad fue planteada con el objetivo de reemplazar la asistencia del 75%, que habitualmente es requerida junto con dos exámenes para la regularización de la materia.

Todas las estrategias hasta aquí descriptas se apoyaron en el uso de la virtualidad, pero se realizaron de manera asincrónica. Además, cada semana se realizó una clase virtual sincrónica (no obligatoria pero recomendada) que se centró en la resolución de las actividades de aplicación, abordando diferentes alternativas, dudas y errores. De este modo, se buscó no sólo que el conocimiento sea recordado y comprendido, si no también que sea aplicado a la resolución de situaciones a las cuales podrían enfrentarse en la vida profesional, es decir, fomentando el uso activo del conocimiento.

A modo de cierre de la materia, se planteó una actividad de integración con problemas de aplicación y que debió ser resuelta y expuesta por los estudiantes, trabajando de a pares y con la tutoría de los docentes. De esta manera, se pretendió favorecer el trabajo colaborativo. La exposición fue realizada sincrónicamente a través de Zoom. La actividad se propuso dos semanas previas a la exposición, ya que requería haber abordado todos los contenidos para poder integrarlos mediante el análisis, reflexión y pensamiento crítico, creyendo en la visión de cognición distribuida, con función ejecutora radicada en el estudiante (Perkins, 1993).

Durante las exposiciones, se evidenció en todos los estudiantes seguridad, incorporación del lenguaje propio de la disciplina y de conceptos, planteo de múltiples soluciones frente a las situaciones problemáticas planteadas, analizando ventajas y desventajas de cada una de ellas. Este aspecto resultó llamativo, ya que habitualmente no todos logran alcanzar el nivel descripto.

Otros dos indicadores que se pueden considerar para analizar el impacto de la metodología utilizada son el índice de deserción y el de aprobación de exámenes regulatorios, que fueron el menor y el mayor, respectivamente, en mis doce años de docencia universitaria. El cursado de la asignatura fue concluido por todos los estudiantes que lo iniciaron (la deserción fue nula). Siete estudiantes desaprobaron alguno de los dos parciales regulatorios, con lo cual debieron rendir examen recuperatorio, el cual fue aprobado por seis de ellos. Así, el nivel de regularización alcanzado fue del 97%. Habitualmente, en las comisiones que estuve a cargo, la deserción rondó el 20% mientras que la cantidad de recursantes varió del 10 al 20%. Podría pensarse que el uso de esta metodología tan diferente favoreció un seguimiento más cercano, implicando un mejor andamiaje que impactó directamente en los aspectos citados. Sin embargo, dichos resultados son preliminares, por lo cual se requeriría seguir estudiándolos. Una visión más cercana podrá obtenerse a futuro utilizando las clases invertidas y analizando los resultados obtenidos de modo adecuado. Asimismo, la nueva estrategia resulta superadora en términos de buena enseñanza, planteando una universidad inteligente en la que el estudiante sea el protagonista, mientras que el docente ejerza su rol como tutor, brindando explicaciones e incitando al pensamiento crítico y reflexivo.

Otro modo de analizar la estrategia empleada puede ser mediante las opiniones del estudiantado manifestadas en la encuesta anónima de finalización del curso. Todas las respuestas brindadas dan cuenta de la buena recepción de la metodología empleada, destacando la motivación y la comprensión lograda. Algunos de los comentarios de los estudiantes, de la comisión de la cual estuve a cargo, pueden apreciarse a continuación:

- "Siento que la dinámica empleada en la modalidad virtual fue muy buena dada las condiciones, en particular en mi comisión (2) las explicaciones de los ejercicios a desarrollar fueron muy claras y la duración de las mismas fueron adecuadas, además la devolución de los ejercicios enviados como "tareas" también fueron muy útiles para la comprensión de los temas".
- "Las clases por Zoom me resultaron muy didácticas, para terminar de entender los ejercicios que se entregaban previa a la clase, ya que en algunos temas al momento de hacer los ejercicios me resultaban dificultosos por lo que las resoluciones en el zoom me resultaron de ayuda. También la paciencia de jtp como adyuvantes a responder dudas que se hacían y las aclaraciones de cada ejercicio".
- "En general la cursada me resultó muy amena, gracias a la disposición y diligencia de la JTP y las ayudantes que lo dieron todo para mantenernos muy interesados pese a la virtualidad. De hecho, ya extraño mis clases los martes a la mañana..."

Como una desventaja de la metodología empleada se puede citar la necesidad de acceso a internet y dispositivos tecnológicos, que podría impactar negativamente en términos de inclusión genuina (Maggio, 2005). Si bien en nuestro caso particular esto no fue un inconveniente, se deberían buscar alternativas para aquellos estudiantes que no dispongan de las herramientas que requiere la estrategia implementada.

## CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS

En el presente artículo se reflexionó sobre dos grandes aspectos: por un lado, la contextualización de diferentes disciplinas, utilizando el interés surgido por la pandemia respecto al plasma de convaleciente, los anticuerpos, vacunas y movimientos anti-vacunas; y, por otro lado, la experiencia personal en la implementación de la educación remota de emergencia durante el confinamiento sanitario, pudiendo ser dicha experiencia transferible a diferentes disciplinas.

Un aspecto que se perdió en el contexto actual, y que resulta irremplazable y necesario para un aprendizaje integral, es la realización de las actividades experimentales durante los trabajos prácticos, los cuales requieren de presencialidad y cuya realización resulta sumamente enriquecedora y complementaria a lo desarrollado previamente. Por ello, una implementación conjunta de las diferentes estrategias podría favorecer la comprensión global e integral del contenido.

Las estrategias implementadas en la educación remota de emergencia parecen ser prometedoras, pudiendo ser transferibles a diferentes disciplinas y complementarias a otras herramientas ya utilizadas, representando una oportunidad de innovación (Lipsman, 2016; Litwin, 2008). Claramente pueden mejorarse para el potencial uso combinado de la virtualidad con la presencialidad, una vez instaurada la nueva normalidad postpandemia. Considerando los cambios socioculturales y los estudiantes que tenemos enfrente, tal como describen Gardner y Davis (2014) y Serres (2013), es de esperar que las estrategias empleadas resulten más cercanas al modo de comprensión de los pulgarcitos y pulgarcitas, resultando ser más interesantes y motivadoras.

De todo lo descrito se desprende que la inmunología, al igual que las demás disciplinas asociadas a la biología, puede ser utilizada como tema disparador en la enseñanza de disciplinas más abstractas y complejas, resultando un estímulo intrínseco. De este modo, la situación sanitaria y el creciente interés de la población en temas relacionados a nuestro sistema inmune, podría resultar en una motivación para aprender química, partiendo de que los diferentes mecanismos fisiológicos de nuestro organismo implican múltiples configuraciones bioquímicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruner, J. (1988). *Realidad mental y mundos posibles*. Barcelona: Gedisa.
- Campanario, J. (2002). Asalto al castillo: ¿a qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias? *Enseñanza de las ciencias*, 20 (2), 315-325.
- Cobo Romaní, C y Moravec, J. (2011). *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.

- Fenstermacher, G. (1989) Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza. En M. Wittrock. *La investigación de la enseñanza* (pp. 150-158) Barcelona: Paidós.
- Gardner, H. y Davis, K. (2014). *La generación APP. Cómo los jóvenes gestionan su identidad, su privacidad y su imaginación en el mundo digital*. Buenos Aires: Paidós.
- Goldsby, R., Kindt, T. y Osborne, B. (2000). *Immunology Kuby*. (4ta edición). W H Freeman & Co (Sd).
- Hodges, Ch., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. y Bond, A. (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *EDUCAUSE Review*. Recuperado de: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Jackson, P. (2002). *Práctica de la enseñanza*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Lipsman, M. (2016). *La innovación con tecnologías en las propuestas de enseñanza de grado*. Buenos Aires: Noveduc.
- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Buenos Aires: Paidós.
- Lorenzo, M. G. (2017). Enseñar y aprender ciencias. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y Educadores*, 20(2), 249-263.
- Maggio, M. (2018). *Reinventar la clase en la universidad*. Buenos Aires: Paidós.
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza: los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. (1a ed.). Paidós.
- Maggio, M. (2005). Los portales educativos: entradas y salidas a la educación del futuro. En Litwin, E. (comp.) *Tecnología Educativa en tiempos de Internet* (pp. 35-70). Buenos Aires: Amorrortu.
- Perkins, D. (1995). *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona: Gedisa.
- Perkins, D. (1993). La persona-más: una visión distribuida del pensamiento y del aprendizaje. En G. Salomon. *Cogniciones distribuidas* (pp. 126-152) Buenos Aires: Amorrortu.
- Serres, M. (2013). *Pulgarcita*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **NUEVAS EXPERIENCIAS EN UN CURSO DE QUÍMICA UNIVERSITARIA**

Tatiana Edith Vergara

*Universidad Nacional del Chaco Austral, Provincia del Chaco, Argentina.*

E-mail: [tatianavergara@uncaus.edu.ar](mailto:tatianavergara@uncaus.edu.ar)

Recibido: 30/07/2020. Aceptado: 04/09/2020.

**Resumen.** En este artículo se describe la realización de una experiencia que tuvo como objetivo incorporar una actividad experimental como eje transversal para desarrollar la unidad didáctica de disoluciones. Se empleó como referencia teórica el modelo de Johnstone y fue aplicada en un curso de Química General de la carrera de Ingeniería Zootecnista. Los resultados obtenidos sugieren que la secuencia de actividades aplicada colaboró a que los estudiantes puedan darle mayor significatividad a los contenidos. Este trabajo nos convoca a continuar construyendo propuestas educativas que impliquen un rol más activo de los estudiantes a través de la experimentación.

**Palabras clave.** Educación superior, enseñanza de la química, disoluciones, modelo de Johnstone.

### **New experiences in a university chemistry course**

**Abstract.** The experience whose objective was to incorporate an experimental activity as a transversal axis to develop the didactic unit of solutions is presented. This is applied in a General Chemistry course of the Zootechnical Engineering career. Johnstone's model is used as a theoretical reference. The results obtained suggest that the students gave more meaning and importance to the contents with the sequence of activities used. This work calls us to continue building educational proposals that start from experimentation and assume a more active role for students.

**Key words.** Higher education, chemistry education, solutions, Johnstone's Model.

## **INTRODUCCIÓN**

Durante el año 2020, nos encontramos con una situación atípica e inesperada: la pandemia por el Covid-19. A partir de la emergencia sanitaria y el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) decretados por el Poder Ejecutivo Nacional, en el ámbito educativo, los docentes nos enfrentamos al gran desafío de implementar una modalidad de enseñanza virtual en un abrir y cerrar de ojos, constituyéndose así en una vertiginosa y por momentos, conflictiva travesía. La experiencia que a continuación se expone se desarrolló en la asignatura de Química General para el primer año de la Carrera de Ingeniería Zootecnista de la Universidad Nacional del Chaco Austral (Chaco, Argentina) durante el periodo abril-julio 2020.



El paso hacia la virtualidad implicó el uso de una variedad de herramientas digitales. Se empleó como aula virtual la plataforma Moodle y el uso de Google Meet para el dictado de clases sincrónicas. La utilización de la red social Whatsapp se convirtió en la principal vía de comunicación con los estudiantes ya que estos preferían esta aplicación para realizar consultas rápidas y no los foros de la plataforma Moodle.

La estrategia metodológica<sup>1</sup> empleada para el diseño del aula virtual en la plataforma Moodle no fue distinta a la utilizada en las clases presenciales: las unidades temáticas a desarrollar iniciaban con clases teóricas escritas o mediante una breve exposición del tema por la Docente a través de un Power Point (con audio o bien dado de forma sincrónica por Google Meet) y luego la resolución de diversas actividades (en general ejercicios de cálculo) planteadas en guías de trabajos prácticos<sup>2</sup> de Gabinete y Laboratorio que se subían a la plataforma (las mismas de las clases presenciales, pero ahora reducidas en el número de actividades).

Por otro lado, comenzaron a surgir algunas inquietudes e intereses por parte de los y las estudiantes. Éstos sugirieron la realización de alguna actividad experimental sencilla. Hasta ese momento, en la parte de laboratorio, se había desarrollado el tema de materiales de laboratorio y volumetría (solo conceptos teóricos). No se tenía pensado realizar ninguna actividad experimental real o con algunas herramientas virtuales.

Por los tiempos dados, se observó que la unidad didáctica de disoluciones podría ser oportuna para cubrir estas inquietudes. De esta manera, el objetivo que se planteó para desarrollar esta unidad temática fue: diseñar una estrategia metodológica que incluya la realización de una actividad experimental como eje transversal en el desarrollo de todos los contenidos de la unidad (disoluciones).

De acuerdo con este objetivo, el modelo de Johnstone podía constituirse en una referencia teórica adecuada para construir y organizar la secuencia de actividades. El modelo de Johnstone sostiene que existen tres niveles representacionales para la comprensión de los conceptos químicos y que puede ser aplicable a otras disciplinas científicas: nivel macro, micro y simbólico (Talanquer, 2011 y Lorenzo, 2020). El primero de ellos, referidos a los fenómenos que pueden ser captados por los sentidos; el segundo, relacionado con el comportamiento de partículas subatómicas, átomos, moléculas y finalmente, el simbólico, como el lenguaje particular utilizado por las disciplinas científicas para poder hacer efectiva la comunicación en la comunidad científica. A su vez, Johnstone (2000) sugiere que gran parte de las

---

<sup>1</sup> Se entiende por estrategia metodológica al diseño de actividades que tienen como objetivo la construcción de conocimientos y en la que los y las estudiantes ponen en juego una multiplicidad de procesos cognitivos (Litwin, 1997).

<sup>2</sup> Bajo la modalidad virtual, se desarrollaron cinco guías de gabinete (de un total de once) y tres de laboratorio (de un total de siete). Los temas de las guías de gabinete fueron: formación de compuestos inorgánicos, sistemas materiales, estructura de la materia, enlace químico, disoluciones.



dificultades en química se deben a que solemos presentar los conceptos en los tres niveles simultáneamente. Sólo un experto podrá navegar en estos tres niveles mientras que para un estudiante novato, esto implica serias complicaciones. En relación a estos procesos de pensamientos que entran en juego en el aprendizaje de la química, Johnstone propone iniciar por el nivel macro, por aquellas cosas que son familiares y tangibles para los estudiantes y así avanzar en los siguientes niveles gradualmente.

En el próximo apartado, se describen las actividades elaboradas.

## **DESARROLLO**

De acuerdo con el modelo de Johnstone, el abordaje de la unidad didáctica comenzaría desde el punto de vista macro para luego continuar por el nivel micro y simbólico de forma gradual. De esta manera, la realización de una actividad experimental al inicio sería adecuado.

La primera acción para el diseño de la experiencia práctica fue agrupar los contenidos de la unidad temática de disoluciones de acuerdo a los niveles representacionales que predominan para su interpretación (lo que no significa que sea una agrupación excluyente). El nivel macro incorporó la definición del concepto de solución, sus características observables y la clasificación de acuerdo al estado físico de sus componentes y la proporción relativa de sus componentes en términos cualitativos (diluida-concentrada); luego el nivel micro respecto al enfoque cinético molecular del proceso de disolución, solubilidad y factores que influyen en ella y el nivel simbólico mediante la expresión de la concentración en términos cuantitativos (unidades físicas y químicas).

La segunda acción fue seleccionar la actividad experimental a realizar. En este caso, la preparación de la solución alcohólica al 70% propuesta por el Ministerio de Salud (en relación a la prevención del Covid-19), podría ser oportuna para iniciar con el tratamiento de los contenidos referidos al nivel macro y ser el hilo conductor de toda la unidad temática. Ésta se podía realizar con materiales de fácil adquisición y además, resultaba una preparación útil y muy empleada en este contexto de pandemia.

Finalmente, se decidió utilizar el simulador de concentraciones de Phet Interactive Simulations, pero dadas las dificultades que se presentaron durante el cursado (no todos los estudiantes disponían de computadoras, sus celulares no tenían espacio suficiente para descargar aplicación, entre otros) se resolvió emplearlo en las actividades finales de la unidad y que el mismo sea manejado por la docente en la clase sincrónica.

El abordaje de la unidad didáctica se desarrolló a lo largo de dos semanas mediante clases sincrónicas de no más de una hora y media y se trabajó con un total de veintiún (21) alumnos/as<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup>Al inicio de la cursada virtual, se registraron un total de treinta y nueve (39) estudiantes.

A continuación se muestra la secuencia de actividades implementada (tabla 1):

*Tabla 1. Secuencia de actividades*

<p><b>Actividad Inicial:</b> (nivel macro) La docente elaboró un breve video en el que se propuso un desafío a los estudiantes. Este consistió en que los alumnos/as realizaran un video de dos minutos explicando cómo prepararon en sus casas la siguiente solución sugerida por el Ministerio de Salud por el Covid-19:</p> <p>En el caso de superficies que no sean aptas para la limpieza con soluciones de agua con detergentes o lavandina, como teléfonos celulares y teclados de computadoras entre otros, y de ser aptos a limpieza con alcohol, utilizó <b>solución alcohólica al 70%</b>. De lo contrario utilizó productos aptos para ese fin. (Ministerio de Salud, s.f.)</p> <p>Tuvieron una semana para elaborar sus videos. Las producciones se publicaron en un grupo cerrado de Facebook.</p>
<p><b>Actividades de desarrollo:</b> Tras la presentación de los videos, la Docente organizó una clase sincrónica por Google Meet, la cual se dividió en cuatro partes:</p> <p><b>1°Parte:</b> Presentación de los contenidos a desarrollar sobre la unidad temática "disoluciones" por medio de un esquema gráfico a partir de una presentación por Power Point.</p> <p><b>2°Parte</b> (nivel macro): Los estudiantes caracterizaron la solución preparada aplicando contenidos vistos anteriormente en el gabinete de sistemas materiales (por ejemplo, diferenciar si el preparado era una mezcla o compuesto, qué tipo de mezcla, entre otros). Seguidamente, la docente presentó una definición de solución y se identificó soluto y solvente en el preparado. A continuación, los estudiantes clasificaron la solución preparada de acuerdo a los criterios explicados por la docente: según el estado físico de los componentes y según las proporciones de los mismos en términos cualicuantitativos (soluciones diluidas o concentradas). Éste último incluyó la discusión con los estudiantes sobre qué significado le daban al alcohol etílico al 96%.</p> <p><b>3°Parte</b> (nivel micro): Mediante la pregunta disparadora <i>¿Qué sucederá en el interior de la solución preparada para obtener un todo homogéneo?</i> se comenzó con el tratamiento del enfoque cinético molecular del proceso de disolución y los factores que influyen en el mismo. Para ello la docente recurrió al uso de una presentación por Power Point.</p> <p><b>4°Parte:</b> En diálogo con los estudiantes, se realizó un repaso con todo lo visto en esta primer clase.</p> <p>Se organizó una segunda clase sincrónica por Google Meet, en la que se realizó un repaso de los contenidos vistos en la clase anterior y luego, se retomó el concepto de concentración en términos cuantitativos (nivel simbólico) mediante su expresión en unidades físicas (%m/m, %m/v, %v/v y p.p.m) y unidades químicas (molaridad [M], normalidad [N] molalidad [m] y fracción molar [X]). Se organizaron dos clases sincrónicas más para la explicación de la resolución de ejercicios de la guía de gabinete sobre concentración en unidades físicas y químicas.</p>
<p><b>Actividades finales:</b> Por último, se decidió organizar una clase sincrónica a modo de cierre y repaso general. Se plantearon actividades para ser resueltas en forma sincrónica y otras para ser entregadas por escrito. Esta clase tuvo dos momentos: el primero se abocó a retomar contenidos del nivel macro y micro. Para ello la Docente instó a los estudiantes a que participen respondiendo a diversas preguntas: <i>¿qué es</i></p>

una solución? ¿cómo puede clasificarse? ¿qué sucede interiormente para observar una mezcla homogénea?, citar ejemplos de la vida cotidiana, entre otros aspectos. El segundo momento (contenidos del nivel micro-simbólico) consistió en resolver dos preguntas clicker de Carpenter, Parson y Leoblein (2018) para luego corroborarlas en el simulador de concentraciones de Phet:

1-¿Cuáles de estas acciones permitirían incrementar la concentración de una solución? Opciones:

a) agregar soluto, b) evaporar solvente, c) extraer parte de la solución.

2-¿Cuáles de estas acciones permitiría disminuir la concentración de una solución? Opciones:

a) agregar solvente, b) eliminar soluto y c) extraer parte de la solución. (Ambas preguntas con dos opciones correctas)

Como reflexión sobre la unidad temática, se propuso a los estudiantes las siguientes preguntas para su posterior entrega:

**Pregunta a)** ¿Qué conocimientos/ aprendizajes proporcionó la realización de esta unidad respecto a las disoluciones y a la solución preparada?.

**Pregunta b)** Luego de lo experimentado, compartido y analizado, ¿considera que el video puede ser mejorado? ¿En qué aspectos?

**Pregunta c)** ¿Considera que son suficientes las indicaciones proporcionadas por el Ministerio de Salud para preparar la solución al 70% tal y como se menciona en la consigna del desafío propuesto? Explicar.

## RESULTADOS

En cuanto a la actividad inicial, de los veintinueve alumnos/as con los cuales se trabajó, sólo una de ellas no presentó el video pedido. En estos predominó el uso de la regla de tres para saber la cantidad de alcohol y de agua a emplear para obtener la solución requerida y el uso de diversos recipientes y estrategias para efectuar las medidas aproximadas. Seis de los videos realizados no cumplieron con las proporciones de alcohol y agua o bien no especificaban qué cantidades de soluto y solvente utilizaban. Por otra parte, llamó la atención el uso reiterado de unidades de longitud en lugar del uso de unidades de volumen (milímetros en lugar de mililitros) al efectuar las mediciones (en el laboratorio de volumetría se trató el tema de las unidades de volumen y capacidad). Más allá de estos aspectos detectados, la docente no les mencionó qué detalles debían corregir de los videos o cuáles eran incorrectos. Como se puede ver en las preguntas finales, ellos mismos debían reflexionar sobre lo que habían realizado en esas producciones a partir de lo aprendido.

En relación a las actividades finales, si bien no estuvieron conectados todos los estudiantes (entre 10 y 15 estudiantes), respecto a la pregunta clicker 1 sobre acciones para incrementar la concentración de una solución, diez estudiantes contestaron "agregar soluto", y el resto, "evaporar solvente". En relación a la

pregunta clicker 2 sobre acciones para disminuir la concentración de una solución, todos los estudiantes respondieron "agregar solvente". Como se observa, sólo admitían una forma posible para incrementar o disminuir la concentración de una solución aun habiéndose tratado las diferentes formas para preparar soluciones concentradas y diluidas en los ejercicios del gabinete. Con el simulador se pudo experimentar las acciones posibles para ambas preguntas.

Respecto a las preguntas sobre la reflexión de lo trabajado en toda la unidad, las respuestas se resumen en la siguiente tabla (tabla 2):

Tabla 2. Principales respuestas a las preguntas finales.

<p><b>Pregunta a:</b> Las respuestas más frecuentes fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Poder diferenciar una solución concentrada de una diluida.</li><li>-Aplicar cálculos y fórmulas para saber la cantidad de soluto y solvente necesarios para preparar disoluciones. Por ejemplo, Alejandro mencionó: <i>"me brindaron los conocimientos necesarios para que yo logre realizar una solución de manera correcta. Como es el caso de la solución de alcohol al 70% que no la realizaba de manera exacta al desconocer las unidades físicas"</i> (Informe escrito por Alejandro, 30 de junio 2020)</li><li>-Valoración de la actividad experimental. Por ejemplo, Agustín respondió: <i>"Reconociendo que en principio sentí como una negación para hacer el video pero viendo el producto, entendí que podría mejorar mostrando además el procedimiento para llegar al objetivo final. Me motivó la idea de poder obtener resultados tangibles por mis propios medios"</i> (Informe escrito por Agustín, 30 de junio 2020)</li></ul>
<p><b>Pregunta b:</b></p> <p>Si bien la mayoría de los estudiantes mencionan que podrían mejorar las mediciones realizadas (en búsqueda de mayor exactitud), es importante destacar que quienes habían preparado la solución con una proporción distinta a la solicitada y aquellos que hicieron uso de unidades de longitud y no de volumen, pudieron evidenciar las confusiones que mantenían. Por ejemplo, la respuesta de Marianela: <i>"(...) debería haber puesto menor cantidad de alcohol ya que haciendo los cálculos correctos, la cantidad puesta no era la correcta"</i> (Informe escrito por Marianela, 29 de junio 2020)</p>
<p><b>Pregunta c:</b></p> <p>Todos los estudiantes coincidieron en que la indicación de preparar una "solución alcohólica al 70%" no es suficiente para prepararla ya que es necesario contar con diversos conocimientos de química y matemática y no creen que toda la población pueda realizarla. Dentro de las sugerencias que mencionan se destaca la explicación paso a paso de cómo preparar la solución través de medios audiovisuales.</p>

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren que la secuencia de actividades diseñada (estrategia metodológica) permitió una presencia más participativa de los

estudiantes en comparación con la aplicada hasta ese momento, y además colaboró para que puedan darle mayor trascendencia a los contenidos abordados. Y en este sentido la respuesta del estudiante Agustín es emblemática: reconoce que se negaba a realizar la actividad inicial, pero cuando experimentó todo el proceso, observó que podía obtener resultados, mejorarlos y aprender, es decir, le encontró sentido a lo que estaba haciendo. Por otra parte, algunos de los estudiantes pudieron identificar las confusiones conceptuales y/o de cálculos que habían cometido en sus videos ya sea por saberes que desconocían o por malas interpretaciones. Por último, los estudiantes pudieron constatar que en experiencias cotidianas, como preparar una solución desinfectante, se ponen en juego una multiplicidad de conocimientos y habilidades relacionados con la química y otras disciplinas científicas y que no toda la población necesariamente maneja esos tipos de saberes como lo presupone, en cierto punto, la consigna dada por el Ministerio de Salud.

En el caso de las respuestas a las preguntas Clicker, se observó que la resolución de ejercicios sobre concentraciones no bastó para que los estudiantes pudieran llegar a determinadas conclusiones. Probablemente si en una próxima oportunidad se complementa la realización de estos ejercicios con el uso del simulador Phet se puedan obtener otros resultados más significativos para ellos/as.

Finalmente, esta experiencia nos convoca a continuar generando propuestas educativas que supongan un rol más activo de los estudiantes (por ejemplo a través de las actividades experimentales) y así favorecer la construcción de aprendizajes con mayor significatividad.

## **AGRADECIMIENTOS**

A María Cristina Cardozo y Germán Edgardo Camprubí por la revisión y aportes al artículo y continuo acompañamiento.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Carpenter, Y., Parson, R. y Leoblein, T. (2018). *Preguntas clicker sobre concentración*. Colorado, EU: PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder. Recuperado de: <https://phet.colorado.edu/es/contributions/view/4735>
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry- logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9-15.
- Litwin, E. (1997). *Las configuraciones didácticas: una nueva agenda para la enseñanza superior* (1º ed., 1º reimp.). Buenos Aires: Paidós.
- Lorenzo, M. G. (2020). Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, 21, e0004. <https://doi.org/10.14409/au.2020.21.e0004>

Ministerio de Salud (s.f). *Recomendaciones para la limpieza domiciliaria*. Recuperado el 03 de junio 2020 de <https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus/poblacion/limpieza-domiciliaria>

Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **RESIDENCIA, JUEGOS Y PANDEMIA**

Sandra A. Hernández<sup>1, 2</sup> y Natalia V. Martín<sup>3</sup>

*1-Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.*

*2-Instituto de Química del Sur (INQUISUR), Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET, Bahía Blanca, Argentina.*

*3-Estudiente avanzada del Profesorado en Química del Departamento de Química, de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.*

E-mail: [sandra.hernandez@uns.edu.ar](mailto:sandra.hernandez@uns.edu.ar)

Recibido: 31/07/2020. Aceptado: 09/09/2020.

**Resumen.** Ser estudiante y docente a la vez son los roles que debe asumir un residente docente en sus prácticas. Este año, dado al aislamiento social, preventivo y obligatorio debido al COVID-19 hubo que sumar un nuevo reto, el de ser residente en pandemia, lo cual implicó no sólo poner en valor los conocimientos y estrategias adquiridos en el trayecto de formación, sino también, las competencias en tecnología. La propuesta presentada forma parte de la intervención educativa realizada por una estudiante avanzada del Profesorado en Química de la UNS, en el marco de las Prácticas Profesionales de Nivel Superior. Se detallan los recursos y las estrategias metodológicas planteadas al grupo clase a través de actividades asincrónica y sincrónica, como así también reflexiones sobre la experiencia. Los resultados alientan a repensar la residencia en virtud de los potenciales nuevos escenarios educativos.

**Palabras clave.** *residencia docente, juegos de rol, gamificación, pandemia, debates sociocientíficos*

### **Residence, games and pandemic**

**Abstract.** Being student and teacher at the same time are the roles that a resident teacher must assume in his or her internships. This year, because of the social isolation, preventive and mandatory due to the COVID-19 had to add a new challenge, that of being resident in pandemic, which involved not only valuing the knowledge and strategies acquired in the training journey, but also skills in technology. The proposal presented is part of the educational intervention carried out by an advanced student of the Faculty of Chemistry of the UNS, within the framework of the Professional Internship of Higher Level. The resources and methodological strategies proposed to the class group through asynchronous and synchronous activities are detailed, as well as reflections on the experience. The results encourage rethinking residency under potential new educational scenarios.

**Key words.** *teaching residence, role playing, gamification, pandemic, socioscientific debates*

## **INTRODUCCIÓN**

La residencia docente y sus prácticas constituyen un espacio de construcción donde el estudiantado asume el desafío de ser estudiante y docente a la vez. Este año hubo que sumar un nuevo reto, el de ser residente en pandemia, lo cual implicó no sólo poner en valor los conocimientos y estrategias adquiridos en el trayecto de formación, sino



también, las competencias en tecnología. La propuesta presentada forma parte de la intervención educativa realizada por una estudiante avanzada del Profesorado en Química de la Universidad Nacional del Sur, en el marco de las Prácticas Profesionales de Nivel Superior requeridas en el cursado de la materia Didáctica de Nivel Superior de dicha carrera.

Se plantea a la residente que analice y diseñe actividades de juego de rol y gamificación entendiendo que el profesorado en formación será destinatario de las propuestas y por lo tanto deberá guiarles para que sean capaces de identificar las características de estas dinámicas que las hacen especialmente interesantes para llevarlas a la práctica en la educación secundaria (España-Ramos, Rueda-Serón y Blanco-López, 2013).

Numerosos autores (Contreras Espinosa y Eguia (eds), 2017) han escrito acerca de la gamificación como metodología activa de enseñanza en las aulas. La gamificación del aprendizaje representa un enfoque educativo utilizado para motivar al estudiantado a aprender utilizando elementos y reglas de juego y videojuegos en entornos de aprendizaje. El objetivo de las intervenciones educativas llamado de forma genérica "gamificación" es captar el interés del alumnado motivándolos a seguir aprendiendo (Baciu, 2016).

Acosta-Medina, Torres-Barreto, Paba-Medina y Alvarez-Melgarejo, (2020) postulan que implementar la gamificación en contextos educativos se constituye en un gran reto, ya que es necesario diseñar entornos académicos gamificados alineados con los proyectos pedagógicos institucionales, que sean capaces de promover buenos resultados en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

En los últimos años, los teléfonos inteligentes se han convertido en aliados de la gamificación a través de diferentes aplicaciones. Giménez-Leal y de Castro-Vila (2020), así como Rodríguez-Fernández (2017), destacan la experiencia con Kahoot<sup>®</sup>, a través de dispositivos móviles, en la Educación Superior. Kahoot es una plataforma gratuita que permite crear concursos de preguntas y respuestas en el aula para aprender o reforzar el aprendizaje. Los resultados de estas experiencias muestran que se logra promover la participación activa de los estudiantes aumentando su motivación e interés por la disciplina.

Por su parte, Solbes, Ruiz y Furió (2010) subrayan la importancia de generar instancias de debates y argumentación en las clases de física y de química. El *role-playing* o juego de roles, ha sido propuesto por diferentes autores como una metodología importante para desarrollar la competencia argumentativa en el ámbito educativo. (García-Barrera, 2015).

Moreno y Liso, 2012; Solbes y Torres, 2012 y Solbes, 2013 entre otros autores, postulan la importancia de incorporar cuestiones sociocientíficas en la clase de ciencias para desarrollar competencias de pensamiento crítico. Sadler (2011) citado por Archila (2016, p.416), menciona que los debates sociocientíficos están animados por problemas abiertos que tienden a tener múltiples soluciones plausibles las cuales, pese a estar fundamentadas por principios científicos, teorías y datos, no se pueden determinar totalmente por consideraciones científicas.



González y Puig (2017) analizan y sugieren trabajar con problemáticas ambientales locales para practicar la argumentación en clase de ciencias.

## **MARCO CURRICULAR E INSTITUCIONAL**

Las Prácticas Profesionales de Nivel Superior se encuentran comprendidas como requisito de cursado y aprobación de la asignatura Didáctica de Nivel Superior correspondiente al último año de Profesorado en Química de la UNS. Dado que las incumbencias de dicho profesorado refieren a la posibilidad de dar clases en el nivel superior no universitario, dichas prácticas son realizadas, en Institutos de Formación Docente de la ciudad. Sin embargo, este año, debido al aislamiento social, preventivo y obligatorio surgido de la pandemia de COVID-19 y a las decisiones académicas tomada por cada institución respecto a la problemática surgida, las opciones se vieron reducidas. En tal sentido, de común acuerdo con las partes involucradas y teniendo en cuenta las incumbencias del nuevo plan de estudios del profesorado universitario, se decide realizar la intervención educativa en las asignaturas Didáctica Especial de la Disciplina Química y Didáctica Especial en Física de la UNS las cuales la profesora dicta de manera conjunta apoyando instancias de interdisciplina y cooperación para estudiantes de 4to año de los Profesorados en Química y en Física respectivamente. Dada la emergencia sanitaria, las clases se dictan a través de la plataforma online ZOOM<sup>®</sup>, en dos encuentros semanales sincrónicos, de dos horas reloj cada uno. Asimismo, los y las estudiantes disponen de material de consulta y trabajos teórico-prácticos con entregas pautadas a los cuales pueden acceder de manera asincrónica a través de la plataforma Moodle<sup>®</sup>. Asisten nueve inscriptos de los cuales tres son estudiantes de Profesorado en Química, tres de Profesorado en Física, dos de Licenciatura en Química y una de Licenciatura en Ciencias Ambientales. Estas tres últimas estudiantes toman la materia en carácter de optativa.

## **LA PROPUESTA**

Desde la Didáctica Especial se asignó a la residente abordar la *gamificación* como metodología activa de enseñanza teniendo en cuenta que desempeñaría el rol de formadora de formadores. En tal sentido, no sólo debía explicar las características de esta metodología, sino que además debía aportar recursos, estrategias metodológicas y actividades áulicas con la finalidad de que el profesorado en formación se familiarice con ellas y sea capaz de identificar las características que las hacen especialmente interesantes para llevarlas a la práctica en la educación secundaria.

Las actividades propuestas por la estudiante avanzada se llevaron a cabo tanto de manera asincrónica como sincrónica de acuerdo a la siguiente secuencia:

### **Actividad N°1: *Role playing***

Se planteó al estudiantado llevar a cabo un juego de roles denominado "Contaminación, conflicto y consenso" en el cual se puso en consideración el conflicto sociocientífico generado a partir de la posible instalación de una

planta de energía nuclear en un sector cercano a la ciudad de Bahía Blanca. A partir de un informe y orientaciones facilitadas por la docente residente, debían recrear una reunión municipal en la cual se generara el debate acerca de la problemática suscitada, se evaluaran sus ventajas y desventajas y se reflexionara tratando de llegar a un acuerdo sobre si se debía o no emplazar dicha planta en la ciudad.

La asignación de personajes y tarjetas con orientaciones fueron enviadas con una semana de anticipación y de forma privada a cada uno de los participantes vía Whatsapp®. Para un mejor desempeño de la técnica de *role playing* se les pidió que no develaran su personaje al resto del grupo ni se consultaran sobre las caracterizaciones de cada uno y que respetaran la ideología del rol que les tocaría cumplir.

Los personajes asignados fueron: Intendente, responsable de la empresa de energía nuclear, investigador a favor de la empresa, investigador en contra de la empresa, ambientalistas, vecinos preocupados y posibles empleados de la empresa.

Cabe destacar que esta actividad se llevó a cabo en de dos etapas: una asincrónica y otra sincrónica. Durante la etapa asincrónica el estudiantado debió construir su personaje y realizar las investigaciones necesarias para llevar adelante el debate propuesto justificando su postura. Durante el encuentro sincrónico se realizó el debate.

Finalizada la actividad se indaga al estudiantado acerca de qué les pareció la propuesta y se les invita a compartir comentarios acerca de la propuesta planteada durante la clase y cómo percibieron la misma.

Algunas voces de los actores:

*Me encantó la el debate con juego de roles, me pareció una estrategia muy buena para que investiguemos por motus propio, y lo sentí muy enriquecedor, además de que me divertí, aprendí cosas que no sabía y me encontré con una gama de opiniones muy interesante. Fue muy entretenido y me gustó como estuvo encarado y la temática. La explicación de la metodología fue clara y con ejemplos para llevarla a cabo (Camila).*

*Creo que la actividad fue una propuesta interesante y estuvo bien pensada. Logramos investigar y llegar a entender distintos aspectos de la temática primero por nuestra cuenta y luego al intercambiar opiniones. Es una metodología muy versátil y que logra motivar (Diana).*

*Muy interesante la propuesta para producir trabajos autónomos y clases activas (Marcelo).*

Posteriormente se pusieron en consideración los temas del Diseño Curricular de la Provincia de Buenos Aires que podrían abordarse con esta propuesta, los cuales se muestran en la tabla 1.

Tabla1. Temas del Diseño Curricular de la Provincia de Buenos Aires compatibles con la actividad de role playing sugerida.

AÑO	MATERIA	Ejes y núcleos de contenidos	CONTENIDOS
3er año ESCB	Fisicoquímica	Las transformaciones de la materia Las reacciones químicas Las reacciones nucleares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacciones de fisión y fusión nuclear.</li> <li>• Energía implicada en reacciones nucleares.</li> <li>• Reactores nucleares.</li> </ul>
4to año ESCS	Introducción a la Física (común a todas las orientaciones)	La energía en el universo físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción de fenómenos nucleares.</li> <li>• Centrales nucleares.</li> <li>• Accidentes nucleares.</li> <li>• Seguridad en el manejo de elementos radiactivos.</li> </ul>

## Actividad N°2: Kahoot! y algo más...

A modo de ejemplo de gamificación, la residente introduce la utilización de Kahoot! relatando la propuesta de Giménez-Leal y de Castro-Vila (2020), quienes utilizan esta aplicación a través de dispositivos móviles para chequear el aprendizaje del estudiantado, promoviendo instancias de evaluación formativa. Los autores hacen hincapié en la importancia de potenciar la motivación del estudiantado con el objetivo de mejorar su capacidad de comprensión de los contenidos trabajados a la vez que se detectan posibles deficiencias.

Una vez debatida con el grupo clase la utilidad de esta plataforma, se propone al alumnado una actividad asincrónica con entrega pautada, en una semana, de acuerdo a la siguiente consigna:

"Presenta una propuesta de clase para algún tema a elección de Química o Física de Educación Secundaria, que incluya la gamificación como metodología de trabajo. Indica curso y año a quién estaría destinada la propuesta, de acuerdo con el diseño curricular de la Provincia de Buenos Aires" (Residente).

A modo de ejemplo y por razones de espacio se presentan dos de las propuestas de gamificación entregada:

*"Esta propuesta de gamificación se implementará con estudiantes de la materia Físico Química de 2° año de la escuela secundaria de la provincia de Buenos Aires durante 4 clases de dos módulos cada una. Los contenidos conceptuales a abordar son: disoluciones, disoluciones acuosas, soluto, solvente, sistemas materiales homogéneo y heterogéneo, unidades de concentración, solubilidad, factores que afectan la solubilidad, métodos de separación y fraccionamiento, disoluciones electrolíticas, electricidad, unidades de electricidad. Articula con contenidos conceptuales previos de Ciencias Naturales: tipos de energía, energías renovables y no renovables. La consigna del juego es: Varias empresas planean radicarse en las proximidades de la*

*ciudad de Carhué, partido de Adolfo Alsina, provincia de Buenos Aires, para obtener  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  sólido puro a partir de una fuente natural de agua de la zona. Las distintas empresas estarán representadas por grupos de estudiantes que serán elegidos por el docente. El objetivo del juego es que cada grupo analice las situaciones que se presentan en cada etapa del proyecto. El grupo ganador es aquel que maximice la rentabilidad de su empresa y no dañe el medio ambiente y que sume al final del juego, la mayor cantidad de puntos". (Rita – Estudiante de Profesorado en Química)*

*"La actividad está destinada a alumnos de 6to año de ES, Ciencias Naturales, que cursen la materia: Física clásica y moderna. Dentro del eje temático "Mecánica y partículas", presente en el diseño curricular, se encuentran tres núcleos de contenidos: Movimientos y su descripción; Fuerzas, equilibrios y movimientos y Conservaciones en Física. La propuesta educativa tiene en cuenta como metodología de trabajo la gamificación, y consiste en trabajar los contenidos a partir de la utilización del juego: Angry Birds. En este juego se lanzan distintos pajaritos a ciertas construcciones, con el objetivo de destruir chanchitos. Este juego involucra conceptos como: vectores, velocidad, aceleración, fuerzas, MRU, MRUV, tiro vertical, caída libre y tiro oblicuo, que son los contenidos a trabajar dentro de la temática mecánica y partículas. La idea central es que, a raíz del juego, se puedan trabajar dichos contenidos" (Claudia – Estudiante de Profesorado en Física).*

## **CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS**

Pese a la pandemia, la residencia pudo llevarse a cabo sin inconvenientes. Se emplearon diversos recursos y estrategias didácticas, acordes al entorno de virtualidad. A partir de la actividad inicial propuesta (juego de roles) se logró la motivación del alumnado, quienes se mostraron implicados y participaron activamente durante el desarrollo de la misma. Se logró un clima de trabajo óptimo y se promovió la participación de cada estudiante, generando instancias de reflexión e intercambio de opiniones y de experiencias. Se respondieron las inquietudes manifestadas mediante argumentos consistentes. Se desarrollaron ejemplos concretos de role playing y gamificación y se brindó el espacio para que las alumnas y los alumnos puedan poner en acción la metodología presentada identificando las características de estas dinámicas que las hacen especialmente interesantes para llevarlas a la práctica en la educación secundaria.

El haber realizado la residencia docente de manera virtual a través de encuentros sincrónicos en salas ZOOM y asincrónicos mediante la utilización de Moodle permitió a la residente trabajar con herramientas, estrategias y metodologías que usualmente no se utilizaban en la presencialidad. Es por eso que pensando en la pospandemia, los resultados obtenidos de la experiencia alientan a repensar la residencia en virtud de los potenciales nuevos escenarios educativos.

## AGRADECIMIENTO

Se agradece a la Universidad Nacional del Sur por la financiación del Proyecto de Grupo de Investigación 24/Q087 en el cual se enmarca este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archila, P. A. (2016). ¿Cómo formar profesores de ciencias que promuevan la argumentación?: Lo que sugieren avances actuales de investigación. Profesorado, *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 20(3), 399-432. <https://www.redalyc.org/pdf/567/56749100009.pdf>
- Acosta-Medina, J. K., Torres-Barreto, M. L., Paba-Medina, M. C. y Alvarez-Melgarejo, M. (2020). *Análisis de la gamificación en relación a sus elementos*. Universidad Industrial de Santander. Preprint. Hal.
- Baciu, C. (2016). *From Role Play to Gamification as Educational Methods*. Conference: ERD 2016 - Education, Reflection, Development, Fourth Edition. pp 35-40. DOI: [10.15405/epsbs.2016.12.5](https://doi.org/10.15405/epsbs.2016.12.5)
- Contreras Espinosa, R.S. y Eguia J.L. (editores) (2017): *Experiencias de gamificación en aulas*. InCom-UAB Publicacions, 15. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- España Ramos, E., Rueda Serón, J. A. y Blanco López, Á. (2013). Juegos de rol sobre el calentamiento global. Actividades de enseñanza realizadas por estudiantes de ciencias del Máster en Profesorado de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Núm. Extraordinario), 763-779. DOI: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2821>
- García-Barrera, A. (2015). Importancia de la competencia argumentativa en el ámbito educativo: una propuesta para su enseñanza a través del role playing online. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, (45). <https://revistas.um.es/red/article/view/238191>
- Giménez Leal, G., y de Castro Vila, R. (2020). Dispositivos Móviles en Educación Superior: la experiencia con Kahoot! *Dirección y Organización*, (70), 5-18.
- González, A. & Puig, B. (2017). Analizar una problemática ambiental local para practicar la argumentación en clase de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 280-297. [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC\\_16\\_2\\_6\\_ex1139.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_6_ex1139.pdf)
- Moreno, N. D., y Liso, M. R. J. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(1), 54-70. <http://hdl.handle.net/10498/14624>
- Rodríguez-Fernández, L. (2017). Smartphones and learning: use of Kahoot in the university classroom. *Revista Mediterránea de Comunicación/Mediterranean Journal of Communication*, 8(1), 181-190. <https://www.doi.org/10.14198/MEDCOM2017.8.1.13>

- Solbes, J., Ruiz, J.J. y Furió, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique*, 63, 65-76.
- Solbes, J. y Torres, N.Y. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 26, 247-269.  
<http://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/1928>
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10 (1), 1-10.  
<http://hdl.handle.net/10498/14993> .

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

*Artículos breves sobre la Enseñanza de la Química durante la pandemia*

## **MIRANDO AL FUTURO EN TIEMPOS DE PANDEMIA: APORTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PERFIL TÉCNICO – PROFESIONAL**

Walter Acosta, Evangelina Martínez, Laura Reyero

*Escuela Secundaria de Enseñanza Técnica N° 1, Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina*

E-mail: [laudekin@gmail.com](mailto:laudekin@gmail.com)

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

**Resumen.** El presente trabajo describe el desarrollo de una propuesta pedagógica centrada en las demandas del estudiantado del último año de la especialidad técnico químico respecto de conocer posibles ámbitos de desempeño académico y profesional al finalizar su carrera. En tal sentido, proponemos una serie de conversatorios virtuales en los que, a través de la interacción con profesionales de diferentes áreas del conocimiento, se establezcan vínculos que ofrezcan la oportunidad de acompañar su elección futura. Encontramos, que esta metodología, habilitó un espacio que fortaleció el vínculo entre docentes y estudiantes, optimizó las habilidades de entrevista y promovió la valorización de las propuestas de educación superior como una posibilidad concreta.

**Palabras clave.** incertidumbre, conversatorios, virtualidad, vocación, futuro.

### **Looking to the future in times of pandemic: Contributions for the construction of the professional technical profile**

**Abstract.** This work describes a pedagogical proposal focusing on the needs of the student in the last year of the chemical technician specialty, in regards to possible academic and professional career paths after graduation. We propose a series of virtual conversations in which, through interaction with professionals from different areas of expertise, links are established that will aid the student with future career choices. We found that this methodology also strengthened the bonds between teachers and students, improved interview skills, and increased interest in the possibility of pursuing further education.

**Key words.** uncertainty, conversations, virtuality, vocation, future.

### **FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

*E.E.S.T. N°1 Crucero ARA General Belgrano – Ing. White, Bahía Blanca*  
*"50 AÑOS Abriendo caminos en la educación técnica"*

En el contexto de incertidumbre que, como comunidad educativa nos toca afrontar, formar en la virtualidad implicó resignificar la práctica docente y transformarla.



Al hablar de formación técnico profesional no resulta extraño que los docentes participen, sean destinatarios de consultas o se constituyan en referentes de los estudiantes al momento de la elección de una carrera de grado o una probable inserción laboral.

Sin embargo, el desafío de transitar este tiempo sin el entorno del edificio escuela, la carga emocional que lleva cursar el último año de la secundaria técnica impedidos de concretar los rituales esperados durante muchos años, sumado a la transición o pasaje de lo social-físico y cotidiano de la escuela a un detrás de la pantalla, impactaron en el cómo aprenden nuestros estudiantes.

En tal sentido, recuperamos desde la bibliografía, aquellos aportes que definen las prácticas pedagógicas en este contexto:

- Fortalecer los vínculos entre los estudiantes y la comunidad educativa de la que forman parte.
- Desarrollar y optimizar nuevas habilidades para el intercambio de la información y del conocimiento.
- Promover instancias de aprendizaje autónomo y crítico.

Las herramientas digitales proporcionaron el medio para cumplir los objetivos anteriormente mencionados.

Retomando la idea de que la escuela, y todo lo que representa, en virtud de los intercambios que allí transcurren, se encuentra en un proceso de cambio (Meirieu, 2020), entendemos que es condición "sine qua non" desarrollar propuestas pedagógicas centradas en las necesidades de los estudiantes, habilitando espacios que los motiven y alienten, enfocados en el intercambio de experiencias y en el conocimiento sobre el mundo profesional, asumiendo la importancia de los aportes de las nuevas tecnologías como recursos a apropiarse y naturalizar de ahora en más.

Preguntas e inquietudes son las que surgieron en nuestros estudiantes ante un futuro incierto, lo cual demandó una urgente intervención.

Imaginando este escenario de probables vacíos significativos a la hora de pensar un futuro, planteamos ofrecer a nuestros estudiantes un ciclo de conversatorios virtuales con profesionales de diferentes ámbitos de las ciencias, el arte, la cultura y el emprendedorismo, en pos de asistirlos en la elección de su proyecto personal.

Conociendo que el contexto de pandemia prevé tiempos que impedirán lo que ha sido habitual en los años anteriores, como la participación presencial en la tradicional muestra de carreras de nivel terciario y universitario y otras instancias de articulación, como la Semana de la Ciencia y la Técnica o ferias de ciencias, los conversatorios ofrecen un punto de encuentro entre los estudiantes y su futuro.



## **IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

La propuesta pedagógica se desarrolla en la Escuela de Educación Secundaria Técnica N° 1 "Crucero A.R.A. General Belgrano", perteneciente a la localidad de Ingeniero White, en la ciudad de Bahía Blanca.

Los destinatarios son los estudiantes de los últimos años de la orientación técnico específica en general y de la orientación técnico químico en particular.

El desarrollo de la propuesta comprende las siguientes instancias:

- Establecer acuerdos entre los docentes responsables del proyecto: fundamentación de la propuesta, objetivos, temporalidad, recursos a utilizar, monitoreo y evaluación.
- Redacción de un formulario a completar por parte de los estudiantes: en él se explicitan detalles referidos a su entorno y el grado de interés en las diferentes áreas del conocimiento, el arte, la cultura.
- Selección de los profesionales participantes de la propuesta: aquellos que respondan a las inquietudes y demandas de los estudiantes.
- Entrega a los estudiantes de biografías de los entrevistados y de un formulario para que redacten preguntas: la intención de este punto es que los estudiantes puedan proponer sus preguntas a partir del conocimiento de la trayectoria del entrevistado.
- Concreción del conversatorio desde el formato virtual.
- Devolución por parte de los estudiantes de lo transcurrido durante el conversatorio.

Los recursos TIC utilizados para la concreción de la propuesta fueron:

- Google Meet, para el trabajo colaborativo entre los docentes a cargo y para el desarrollo de los conversatorios.
- Google Docs, para elaboración de propuestas y registro del trabajo realizado.
- Formularios de Google, para las encuestas a los estudiantes y para el relevamiento de las posibles preguntas al entrevistado.
- Genially, para diseñar los folletos con los que se busca interesar a los estudiantes en cada conversatorio.
- Padlet, para recoger las impresiones y comentarios de los estudiantes luego de cada conversatorio.

## **REFLEXIONES Y PERSPECTIVAS POSTPANDEMIA**

La implementación y el desarrollo de la propuesta de trabajo representaron un desafío para los participantes, ya que la interacción a través de entornos virtuales resultó novedosa para los actores involucrados.

Entre los aspectos a destacar, recuperamos las miradas y sentimientos de los participantes:

**Para los estudiantes** significó:

- La oportunidad de reconocer en los profesionales entrevistados, que acceder a estudios superiores requiere un esfuerzo, pero que no resulta inalcanzable.
- Un espacio para el desarrollo de habilidades propias de la situación de entrevista.
- La resignificación y valorización del tiempo destinado por los profesionales invitados ante las inquietudes, lo cual es un aspecto que se destaca en las devoluciones de los estudiantes.
- La valorización de la educación pública y gratuita.
- El reconocimiento de la importancia del trabajo colaborativo en el desarrollo de propuestas de investigación e innovación.

**Para los docentes** responsables posibilitó:

- El desafío de diseñar una propuesta pedagógica centrada en la necesidad del estudiantado de conocer las demandas del mundo laboral y académico.
- La selección y la optimización de los recursos TIC en la implementación de la propuesta.
- La oportunidad de habilitar un espacio para el fortalecimiento vincular entre docentes y estudiantes.

**Para los profesionales** invitados implicó la oportunidad de:

- Dar a conocer, a estudiantes de secundaria, los avances de las investigaciones referidas a su quehacer profesional.
- Recuperar y revalorizar la propia trayectoria académica desde el esfuerzo personal que conlleva.
- Ofrecer una perspectiva de desarrollo personal y profesional motivadora para los estudiantes.

Pensando en la pospandemia, nuestro desafío será poder continuar con la estrategia de los conversatorios virtuales, sosteniéndolos como un espacio en el cual, se fortalezcan los vínculos entre los estudiantes, docentes y la institución en la cual desarrollaron su trayectoria académica y dónde trascurrió su vida los últimos 7 años.

También pretendemos habilitar y consolidar espacios de intercambio, virtuales o presenciales según las posibilidades, con exalumnos de la escuela, para que tengan la posibilidad de compartir sus experiencias y trayectorias, tanto en la educación superior como en el mundo del trabajo y los aportes que un título técnico les proporcionó.

La experiencia vivida por los estudiantes podrá ser recuperada y resignificada al momento de concretar acciones de articulación con estudiantes de escuelas primarias que se muestren interesados en matricularse para el año próximo.

En tal sentido, al protagonizar los conversatorios, los profesionales en formación podrán aplicar y desarrollar las habilidades comunicativas, como así también una actitud de entrevistado, promoviendo y fortaleciendo las instancias discursivas pertinentes.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Meirieu, P., 2020. *La escuela después... ¿Con la pedagogía de antes?*  
[http://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2020/4/22/la\\_esuela\\_despu  
es\\_con\\_la\\_pedagogia\\_de\\_antes](http://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2020/4/22/la_esuela_despu<br/>es_con_la_pedagogia_de_antes)

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

*Artículos breves sobre la Enseñanza de la Química durante la pandemia*

## **LOS ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA: UNA PROPUESTA PARA LAS AULAS DE SECUNDARIA BÁSICA**

Evangelina Martínez

*Escuela Secundaria Técnica N° 1 - Centro de Investigación e Información  
Educativa, Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina*

E-mail: [evamarty01@gmail.com](mailto:evamarty01@gmail.com)

Recibido: 21/07/2020. Aceptado: 13/10/2020.

**Resumen.** El actual contexto de pandemia enfrentó a los docentes de fisicoquímica a una situación por demás imprevista. Las estrategias pedagógicas que en el pasado requerían de laboratorios con complejos equipos e instalaciones, hoy debieron transformarse en experiencias con materiales de bajo costo, que pueden encontrarse en cualquier hogar. Las actividades experimentales simples (AES) vuelven al ruedo y se resignifican, complementándose y enriqueciéndose con recursos TIC. El trabajo presentado relata una experiencia pedagógica en el contexto de la educación secundaria básica técnica. Se encontró que la utilización de recursos TIC potenció los aprendizajes y ofrecieron nuevos formatos de socialización, en tanto, las aplicaciones y los laboratorios virtuales, habilitaron espacios de intervención, de contraste y de diseño de nuevas hipótesis, en el contexto de hogares en cuarentena atravesados por la diversidad de miradas.

**Palabras clave.** *fisicoquímica, experimentación, recursos TIC, alfabetización científico tecnológica, actividades experimentales simples.*

### **The states of matter aggregation: a proposal for high school classrooms**

**Abstract.** The current context of a pandemic faced physics and chemistry teachers with an unforeseen situation. The pedagogical strategies that in the past required laboratories with complex equipment and facilities, today are transformed into experiences that are done with low-cost materials that can be found in any home. Simple experimental activities return. They change, complement and enrich themselves with technological resources. The work presented relates a pedagogical experience in the context of basic technical secondary education. The use of technological resources was found to enrich learning and offer new formats for socialization, while virtual applications and laboratories allow spaces for intervention, testing and the design of new hypotheses, in quarantined homes, under a diversity of glances.

**Keywords.** *physic chemistry, experimentation, technological resources, technological and scientific abilities, simple experimental activities.*

### **FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

La propuesta pedagógica se desarrolla en el ámbito virtual de la escuela secundaria técnica, y corresponde al espacio curricular fisicoquímica del 2do año del ciclo básico.



Una de las dificultades de la enseñanza de la fisicoquímica es la descripción de aspectos abstractos que explican el comportamiento macroscópico de la materia.

En tal sentido, argumentar cómo el comportamiento microscópico de la materia explica las propiedades macroscópicas, en ocasiones implica todo un desafío cognitivo en los estudiantes del ciclo básico.

La resignificación de las actividades experimentales simples (AES) abre un abanico de posibilidades, las cuales se potencian si se las complementa con recursos TIC, tales como simuladores, laboratorios virtuales o videos, plataformas interactivas en el marco de propuestas pedagógicas que buscan la motivación de los estudiantes.

No se trata de memorizar conceptos y repetirlos, sino de proponer alternativas para la construcción de significados, utilizando como insumo fundamental, las situaciones de la vida cotidiana y los saberes previos contextualizados de los estudiantes.

Desde el diseño curricular prescriptivo para la enseñanza de la fisicoquímica en secundaria básica, se sugiere ofrecer propuestas pedagógicas en las cuales se promueva el desarrollo de habilidades de indagación, que cuestionen los fenómenos naturales y que habiliten espacios de argumentación sobre la base de modelos y teorías científicas vigentes.

Los contenidos desarrollados corresponden al eje temático la naturaleza corpuscular de la materia. Es así, que las actividades proponen el trabajo experimental, utilizando materiales de bajo costo, que pueden encontrarse en cualquier hogar, y propone contrastar los saberes y explicaciones de fenómenos naturales coloquiales, con los conceptos académicos propios del ámbito de la fisicoquímica, utilizando las posibilidades de la utilización de los recursos TIC para potenciar los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

La cocina, los botiquines, las heladeras y los espacios verdes de los hogares se transforman en laboratorios (Tonucci, 2020), dónde los estudiantes observan el entorno, diseñan experiencias y contrastan sus saberes previos a la luz de los nuevos conocimientos, en conjunto con la riqueza de las miradas con sus entornos convivientes.

## **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

### **1- Contextualización de la propuesta respecto del diseño curricular y de los marcos teóricos vigentes**

Las propuestas pedagógicas cobran sentido en tanto motiven a los estudiantes, los sitúen en su contexto y les habiliten espacios de interpelación de lo que conocen en pos de reconocerlo, cuestionarlo, enriquecerlo y reconstruirlo en referencia a los paradigmas científicos vigentes.

En el contexto de pandemia, donde el contacto presencial transmutó a un entorno virtual, con todas las limitaciones que tal situación conlleva, la selección de contenidos prioritarios requiere de un análisis exhaustivo.

En tal sentido, la presentación de nuevos conceptos cobran significancia si forman parte de un proyecto que promueva la motivación y la autonomía, y en el cual se integren y enriquezcan con otros recursos.

La selección de AES que potencien la construcción de los saberes en estudiantes, requiere del diseño de propuestas pedagógicas que busquen responder a una pregunta fundamental: ¿Qué quiero que mis estudiantes aprendan?

Al momento de diseñar las propuestas, la bibliografía aporta una serie de ítems a considerar:

- El lenguaje propio de la fisicoquímica, con su simbología
- Diseño, selección e implementación de la AES dentro de un proyecto de investigación escolar contextualizado a la realidad del grupo de estudiantes
- Selección de los recursos TIC que las complementen y que habiliten espacios de interpelación y discusión.

Los objetivos perseguidos por el presente trabajo, desarrollado durante el contexto de pandemia, buscan que los estudiantes adquieran habilidades de:

- Lectura y producción de textos explicativos.
- Pensamiento científico; respecto a describir y explicar el entorno, contrastando las observaciones experimentales con las explicaciones científicas.
- Alfabetización digital; manejo de aula virtual, manejo de aplicaciones/simuladores desde el store, trabajo con laboratorios virtuales y diseño de material para socializar las actividades solicitadas, tales como videos, infografías, historietas.
- Fortalecer los vínculos entre los estudiantes y docente, habilitando espacios que motiven y sostengan las trayectorias escolares.

## 2- Implementación de la propuesta

*"Profe, mi abuela dice que cuando eran chicos en el campo ponían una palangana con agua cerca del limonero para que no lo agarre la helada, ¿sabe por qué?"*

*Voz de estudiante.*

En líneas generales, la propuesta se desarrolla en tiempos pautados que transcurren a lo largo de cuatro semanas:

- En la primera semana, se presenta el contenido y la problemática a trabajar, a través de lectura de textos hipervinculados a sitios web, observación de videos o imágenes que ilustren el concepto a desarrollar.
- En la segunda semana, se propone la ejecución de actividades experimentales simples, con materiales de bajo costo y su contraste con simuladores o laboratorios virtuales, referidas a los cambios que experimenta la materia de situaciones concretas y variables pautadas. En este punto, la selección de la/las AES responden, no sólo a la potencialidad de la misma para habilitar espacios de búsqueda de información y de contraste, sino que también a su relevancia como potenciadora de la construcción de los conceptos y la construcción escolar de un marco teórico. Cuestionarse si el desarrollo de la AES seleccionada posibilita los aprendizajes deseados, interpela nuestro rol como mediadores en la construcción de saberes, en el sentido de tomar conciencia y construir criterio profesional sobre cuál es la mejor forma de que los estudiantes

accedan a nuevos conocimientos. Es en esta instancia en la cual los estudiantes, a través de la observación, proponen nuevas preguntas y se manifiestan sus intereses.

- En la tercera semana, se socializan las observaciones y las conclusiones de las actividades a través de recursos TIC, fotos de las experiencias y registro de dibujos, videos elaborados mediante aplicaciones, infografías e historietas.

La diversidad de formatos responde a la diversidad de intereses y disponibilidad de recursos TIC de los estudiantes.

Los procesos creativos no dependen de ellos, el registro a través de un dibujo y un posterior envío a través de WhatsApp es tan valioso como un video editado.

- En la cuarta semana se propone una actividad de recupero de conceptos a través de formularios online.

En principio, se indaga acerca de los sentimientos de los estudiantes al momento de desarrollar las actividades; si se sintieron a gusto, si encontraron muchas dificultades para concretarlas, si requirieron ayuda de sus familiares/convivientes o buscaron información en internet,

Posteriormente, en el cuestionario se proponen nuevas situaciones y se recupera cómo los estudiantes proponen soluciones a las mismas.

Los medios de distribución de las propuestas pedagógicas atienden a la diversidad de recursos del estudiantado, y se concretan a través de vías tales como Drive, aula virtual Classroom, Padlet, email, WhatsApp, códigos QR imprimibles.

La socialización de las conclusiones de los estudiantes se realiza a través de la escritura de textos explicativos breves, de videos diseñados mediante aplicaciones, dibujos, historietas, infografías y collage de imágenes, dependiendo de la diversidad de acceso a los recursos TIC.

## **REFLEXIÓN Y PERSPECTIVAS POSPANDEMIA**

Las actividades experimentales sencillas posibilitaron el acercamiento de los estudiantes a la fisicoquímica, un espacio curricular nuevo en la currícula del segundo año de secundaria básica.

En líneas generales, la propuesta pedagógica resultó significativa para los estudiantes y sus familias, y se logró un alto grado de compromiso, tanto en la ejecución como en la socialización.

La experimentación con recursos de bajo costo, habilitó espacios que promovieron la creatividad, tanto en la selección de los materiales para llevarlas a cabo, como en los medios que los estudiantes seleccionaron para socializar sus descubrimientos. No solo utilizaron videos de YouTube, también se animaron a utilizar TikTok.

La propuesta de diseño de líneas de tiempo, infografías y de historietas favoreció la escritura de textos explicativos cortos y resultaron muy apropiados para comunicar nuevos conceptos.

Al momento de utilizar simuladores y laboratorio virtuales, es necesario tener especial cuidado en los recursos TIC que disponen los estudiantes.

Puede ocurrir que los Smartphone no tengan la capacidad tecnológica para la utilización de simuladores o laboratorios virtuales. Esta situación se supera con la presentación de propuestas diversas: observación, imágenes, videos y también Smartphone, con la posterior socialización y contraste de los descubrimientos desde el punto de vista de cada recurso.

Algunas voces de familiares y estudiantes recuperan lo desarrollado:

*"...aprovecho para comentarte, respecto a lo que consultabas en la devolución del trabajo anterior, el del video, que si, F. se sintió muy cómodo haciéndolo y le gustó mucho, y fue una buena propuesta de trabajo. Sólo lo tuve que ayudar un poco para editar luego el video". Voz de familiar conviviente.*

*"...la verdad al principio no creía que me iba a salir la actividad pero estuvo bastante fácil y editar el video también fue fácil". Voz de estudiante*

*"La actividad me gusto bastante, no me resulto difícil. Pude aprender cómo hacer un video porque no sabía así que fue toda una experiencia" Voz de estudiante*

*"Hola profe!! Me gusta mucho hacer experimentos y creo que es la mejor manera de entender la ciencia. Gracias por preguntarme. Le mando muchos saludos y cuídese". Voz de estudiante*

*"Hola profe muy lindo trabajo tuve ayuda de mi hermana para hacer la línea del tiempo lo demás yo sola ya estoy esperando el otro trabajo saludos!!!!" Voz de estudiante*

La pospandemia nos enfrentará a la realidad de conocernos presencialmente. Será un momento emocionante. Particularmente lo imagino lleno de complicidades.

Los vínculos construidos desde la interacción de mensajes a través de diversas plataformas, entre docentes, estudiantes y sus familias serán la oportunidad de un nuevo comienzo.

Aspiro a recuperar esos trabajos prácticos, mostrar a los estudiantes todo lo que han logrado, sin denotar lo mucho o lo poco, sino que pudieron hacer ciencia, en un contexto de incertidumbre, con lo que tenían, ellos junto a sus convivientes y seguir construyendo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

D.C. de la Prov.de B.A. ESB. Disponible en: <http://abc.gob.ar/secundaria/>

Tonucci F. (2020) *Convertir la casa en un laboratorio, donde los padres sean los asistentes de los maestros.* Disponible en <https://webdelmaestrocmf.com/portal/francesco-tonucci-convertir-la-casa-en-un-laboratorio-donde-los-padres-sean-los-asistentes-de-los-maestros/>



# *Innovación para la enseñanza de la Química*

*Artículos breves sobre la Enseñanza de la Química durante la pandemia*

## **PANDEMIA, DOCENCIA Y OPORTUNIDADES**

Daniel Héctor Grasso

*Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica.  
Departamento de Ciencias Biológicas, Cátedra de Fisiopatología, Buenos  
Aires, Argentina. CONICET, Instituto de Estudios de la Inmunidad Humoral  
(IDEHU), Buenos Aires, Argentina.*

E-mail: [dgrasso@ffyb.uba.ar](mailto:dgrasso@ffyb.uba.ar)

Recibido: 31/07/2020. Aceptado: 01/10/2020.

**Resumen.** El objetivo del presente artículo es relatar las percepciones personales durante el periodo de la cuarentena por motivo de la pandemia mundial de SARS-Cov2. En su transcurso, hemos ido evolucionando a través de la denominada enseñanza virtual de emergencia para alcanzar un estado de equilibrio momentáneo. Este periodo devela muchos aspectos nuevos y también otros, que ya estaban presentes, sobre la práctica docente, así como también un interesante desafío a futuro. Ni docentes, ni instituciones, ni alumnos estábamos preparados para los repentinos inconvenientes relacionados al aislamiento social. Sin embargo, también esta es una excelente oportunidad para repensar nuestra actividad docente y avanzar hacia una educación más adecuada a las expectativas y demandas de la sociedad actual.

**Palabras clave:** SARS-Cov2, pandemia, enseñanza virtual.

### **Pandemic, teaching and opportunities**

**Abstract.** The objective of this article is to report personal perceptions during the quarantine period due to the global SARS-COV2 pandemic. In its course, we have lived and evolved through so-called emergency virtual teaching to achieve a state of momentary equilibrium. This period reveals many new aspects and others, already present, about teaching practice, as well as an interesting future challenge. Neither teachers, nor institutions, nor students were prepared for the sudden inconveniences related to social isolation. However, it is also an excellent opportunity to rethink our teaching activity and move towards an education more suited to the expectations and demands of today's society.

**Key words:** SARS-Cov2, pandemic, virtual education.

## **INTRODUCCIÓN**

La aparición de la pandemia del SARS-Cov2 (COVID-19), y el Aislamiento Social Preventivo Obligatorio (ASPO) asociado, nos tomó a todos desprevenidos. Ni personas, ni instituciones habían previamente pasado por una situación similar en los últimos cien años, ni se habían previsto programas de contingencia a tales efectos y mucho menos para el sistema educativo. En consecuencia, la incertidumbre de su extensión no nos ha brindado (ni nos brinda aún) un marco firme en donde apoyarnos como referencia, para planificar y adaptarnos adecuadamente. En este contexto,



siento que hemos atravesado al menos cuatro etapas emocionales en cuanto a nuestro papel como docentes.

Existe un momento temprano, en donde no hacía mucho volvíamos de las vacaciones, y todo el asunto del COVID-19 era una novedad que incluso remitía a películas de *Hollywood*. La situación de gravedad era siempre como un hipotético lejano; era verano, hacía calor, y muchos tomamos el inicio de la cuarentena como una extensión de quince días de las vacaciones. Había cierto escepticismo de la gravedad y extensión del confinamiento, con una oscilación constante entre la minimización del asunto y la paranoia infecciosa. En ese momento el dictado de clases estaba suspendido y no existía aún el más mínimo indicio de que la docencia presencial ya no se retomaría por un tiempo y que habríamos de buscar alternativas. Y si nosotros, los docentes, estábamos perdidos ni hablar de los alumnos que no recibían ningún tipo de información.

Cerca de la segunda extensión de la cuarenta, estaría una segunda etapa, luego de la modificación del calendario académico (que traía muchas dudas sobre su implementación) y se comenzó a hablar del dictado virtual de las clases. Para ese entonces, la mayoría de nosotros éramos expertos usando diversas plataformas para hablar con amigos y familiares; pero para hacer docencia no estábamos ni cerca de imaginar cómo implementarlas. Reconozco poca preocupación inicial, se suponía eran solo dos o tres semanas virtuales, para luego volver a la seguridad de nuestra zona de confort, o sea, dentro del aula, con el pizarrón y los alumnos de carne y hueso. En estas primeras clases se trataba de hacer lo mismo de siempre, pero a través de una cámara, sin muchas pretensiones, pero con la convicción de que debería funcionar igual que la presencialidad, ¿por qué no habría de serlo así? Sin embargo, en el transcurso de esas clases, algo toscas, incómodas y que por supuesto no estaban funcionando igual que en la presencialidad, comenzamos a extrañar las miradas, poder reconocer a los alumnos, poder leer sus caras, el lenguaje corporal y las enseñanzas implícitas (Jackson, 2007). Creo que nos ayudó a redescubrir que el oficio de enseñar y aprender va más allá de la simple transferencia de contenido.

La aparición del uso obligatorio del tapaboca, simbólicamente marca el inicio de una tercera etapa. Se correlaciona con el descubrimiento de una nueva normalidad, de terminar de aceptar de que esto venía para rato, y a dejar de esperar el fin de la cuarentena. Esto se tradujo en una migración de pensamiento desde una enseñanza virtual enfocada a salvar el momento, hacia un estado de reflexión sobre el proceso de enseñanza a distancia como medio válido incluso en una situación de postpandemia. Aquí, ya no dudamos que la enseñanza en la virtualidad no puede ser simplemente hacer en *online* lo que hacíamos desde siempre de manera presencial. Creo que muchos, en mayor o en menor medida, fuimos abriendo los ojos en que esta enseñanza virtual impone un trabajo hacia el aula invertida (Tecnológico de Monterrey, 2014) y que es de crucial importancia el papel docente de andamiaje de ese proceso (Bruner, 1988). Siento que los estudiantes también experimentaron un primer periodo de escepticismo mezclado con desorientación y luego se adaptaron muy rápidamente, en su oficio de estudiantes.

En una cuarta etapa (¿y última?), ya la paranoia e incertidumbre quedaron atrás, dando lugar a una nueva normalidad educativa. Las circunstancias nos hacen reflexionar sobre nuestro rol docente, y lo que es aún mejor, nos hace reflexionar a todos juntos al mismo tiempo. Empezamos a cuestionar la presencialidad como único medio válido de enseñanza de calidad. También, abrimos los ojos sobre nuestro papel como educadores en este nuevo siglo (algo que viene desde antes de la pandemia). Con el contenido asincrónico, hay quienes creen erróneamente que nos volvemos un elemento prescindible del sistema. Sin embargo, la situación es la misma, con la tecnología los alumnos ya disponían de infinidad de información. En este tiempo es más notorio que nunca el papel del docente para guiar, aconsejar, orientar, y, en definitiva, hacer de andamio a los alumnos para que puedan adquirir la capacidad de evaluar críticamente, seleccionar, repensar e integrar toda esa enorme cantidad de contenido hacia las competencias requeridas para la asignatura dictada. Esto no es nada nuevo, pero es muy difícil hacer cambios de tal envergadura en instituciones con fuerte inercia para los cambios. Instituciones en que, por su propia estructura, el entusiasmo de los más nuevos choca con el conservadurismo de los más viejos, y que para cuando los primeros llegan a lugares de mayor peso ejecutivo van perdiendo ese entusiasmo, en un ciclo difícil de romper. Por esto espero que esta no sea la última etapa de esta situación. La pesada inercia de la universidad como institución sirve de ancla ante el vertiginoso cambio de la sociedad. Sin embargo, la universidad requiere mayor dinamismo para adaptarse a ese cambio constante y de que esa inercia sea más liviana. No está mal que se reflexione profundamente para realizar cambios, pero el ritmo de la sociedad actual demanda que esos cambios deben ser, no sólo más ágiles, sino también de manera constante. Aquí es donde entra la importancia de este momento, es que el ASPO está logrando una reflexión colectiva, y demostrando que no hay que temerle al cambio, a salir de las zonas de confort. En definitiva, creo que se están formando las burbujas en el fondo de la olla antes de que ésta comience a hervir. Se están sentando las bases para uno o varios cambios importantes en nuestro entender de la enseñanza, el papel del docente, los alumnos, los contenidos y las instituciones.

## **DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DE LA NUEVA NORMALIDAD**

Esta situación de enseñanza virtual de emergencia trae muchos desafíos, pero también valiosas oportunidades, teniendo nosotros el deber de focalizar fuerzas para afrontar los primeros y aprovechar al máximo los segundos. Esta virtualidad mostró, al menos en este breve periodo, a alumnos más comprometidos y/o con mejor aprendizaje. Los alumnos, parecen estudiar más o aprender mejor, tal vez por mayor disponibilidad de tiempo, aunque me inclino a pensar que la autoadministración de sus tiempos hace que lleguen mejor a la clase sincrónica habiendo adquirido las herramientas básicas. Esto devino en mayor demanda por parte de ellos, que evidencia inmersión en la temática de la clase. Reflexionando, pienso que tal vez los alumnos no estudian más, sino que ellos siempre estuvieron comprometidos con el estudio y nosotros no hemos sabido canalizar ese compromiso. Esto es curioso, porque este aspecto de la virtualidad interpela

y cuestiona a la presencialidad. Otro aspecto positivo, es de tener voces más variadas en la clase, ya que el cierto anonimato de la virtualidad permite a los más introvertidos a expresar opiniones con mayor facilidad. Asimismo, los alumnos en vez de formar pequeños grupos de conocidos para estudiar forman grupos de WhatsApp de la clase completa, haciendo un grupo más cohesivo, colaborativo y homogéneo.

Por supuesto nada es perfecto, y es de esperar algunas desventajas a esta virtualidad docente. Entre éstas, puedo destacar la falta de la enseñanza implícita (Jackson, 2007) y de la relación directa cara a cara, como comenté anteriormente. Se traduce en una relación más impersonal y distante, e intuyo que es igual para los alumnos. Sin embargo, lo más preocupante es la incapacidad de saber en tiempo real si la clase está funcionando como esperábamos, se hace difícil hacer un metaanálisis de la clase (Mata & Bolívar, 2015). Asimismo, preocupa la dificultad de individualizar quién se está quedando afuera, que se queda callado porque no está entendiendo, en definitiva, quien necesita un andamiaje más personalizado para alcanzar las competencias que uno espera de ellos. Pienso que estos inconvenientes se pueden minimizar en la medida adquiramos más experiencia en estas modalidades. Adicionalmente, debemos amortiguar las desigualdades estructurales entre los alumnos con computadoras y condiciones adecuadas, de los acceden únicamente con teléfono y una pobre conexión de internet.

El COVID-19 patea el tablero, y es necesario que esto ocurra cada tanto. Nos obliga a salir de nuestra comodidad rutinaria para reflexionar, repensarnos, cuestionar estrategias y puntos de vistas. La situación limitante obligó a docentes y cátedras a pedir ayuda. No es poca cosa, si pensamos que la mayoría resuelven todo internamente, y cual recipiente adiabático, deriva en departamentos docentes sin ningún intercambio con el resto de la institución a la que integran. Entonces permitió ver lo bueno que es recibir ayuda externa, principalmente de los pedagogos, lo enriquecedor de discutir ideas de afuera de estos microuniversos cerrados. Adicionalmente, fomenta la generación de redes docentes para discutir inquietudes, viendo que nuestros problemas pueden ser comunes a otros docentes, generando soluciones más creativas. La gran mayoría hemos necesitado llegar a esta situación para darnos cuenta de la importancia de la comunicación entre pares a nivel docente. Así, he participado de excelentes ciclos de seminarios en donde se observa la creación de redes de docentes que comparten experiencias y reflexiones acerca de la práctica docente. Ahora queda en nosotros en que esto se extienda y sea una práctica habitual de nuestro desempeño como educadores. Por último, es interesante pensar cómo va a cambiar nuestra forma de enseñanza. Preguntarse, si en este futuro cercano las clases serán completamente virtuales, presenciales, mixtas, o por qué no, adaptables a medida de cada alumno.

### **Consecuencias inmediatas**

Sin poner en duda las buenas intenciones, he visto por un lado a colegas en clase expositivas virtuales maratónicas e insufribles, y por el otro, clases tan innovadoras como incomprensibles. En este punto fue de fundamental

importancia la intervención de los profesionales de la pedagogía, acudiendo a salvar estas situaciones con mucha celeridad, guiando a unos y a otros. Por lo tanto, vamos a ver una revalorización de la coordinación pedagógica y la necesidad de repensar nuestras prácticas docentes. Sin darnos cuenta, incrementamos nuestra competencia digital y el CDC colectivo (Conocimiento Didáctico del Contenido) (Verdugo-Perona et al., 2017) (Garritz et al., 2015). En todo caso, creo que todos agregamos a nuestro CDC, al menos una categoría de adaptabilidad. Esto nos permitirá ser más flexibles con nuestra forma de enseñanza, mejor acomodo a diferentes cohortes de alumnos, cambios y situaciones. Finalmente, espero ver docentes más receptivos a nuevas estrategias e ideas, críticos de sí mismos, más interconectados con sus pares y, finalmente, mejor preparados para esta nueva era.

## **CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS**

Revisando la historia veremos que cada acontecimiento de dificultad e incertidumbre siempre son motores importantes para cambios profundos en la sociedad. El desafío está en aprovechar las oportunidades para adaptarse a los nuevos tiempos y mejorar, que en este caso probablemente no sea únicamente en nuestras prácticas docentes, sino también a nivel institucional. Está claro que hemos reflexionado lo que hacíamos como docentes hasta antes del SARS-Cov2. Sin duda, se rompe el preconcepto de que la presencialidad es irremplazable y, si bien ésta posee características únicas, la virtualidad también posee virtudes poderosas. Se deberá explorar cómo potenciarlas y complementarlas. Asimismo, es destacable como los equipos de pedagogía salieron a socorrer a docentes y cátedras enteras en el enorme desafío de planificar en la virtualidad. Esto puso de manifiesto la importancia que estos equipos de profesionales tienen en las instituciones. Finalmente, se hace más evidente que nunca la necesaria formación pedagógica docente desde sus inicios, y de que no basta con el conocimiento disciplinar.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Bruner, J. (1988). *Realidad mental y mundos posibles*. Morata.
- Garritz, A., Daza-Rosales, S. F., & Lorenzo, M. G. (2015). Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana. *Educación Química*, 26(1), 66-70.
- Jackson, P. (2007). *Enseñanzas Implícitas*. Amorrortu.
- Mata, Y., & Bolívar, R. (2015). Reseña Litwin, E. (2012). El oficio de enseñar. Condiciones y contexto. *Educación En Contexto*, 1(2), 131-139.
- Tecnológico de Monterrey. (2014). *Aula Invertida* (p. 27). <http://www.sitios.itesm.mx/webtools/Zs2Ps/roie/octubre14.pdf>
- Verdugo-Perona, J. J., Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé-López, V. (2017). El conocimiento didáctico del contenido en ciencias: estado de la cuestión. *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), 586-611.

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

*Artículos breves sobre la Enseñanza de la Química durante la pandemia*

## **EL DESAFÍO DE REORGANIZAR LA DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA Y SU ENSEÑANZA**

María Alejandra Carrizo, Marta Barutti, Marisol Sosa, Silvia Liendro

*Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Exactas. Salta. Argentina*

E-mail: [acarrizo77@gmail.com](mailto:acarrizo77@gmail.com)

Recibido: 01/08/2020. Aceptado: 24/09/2020.

**Resumen.** A partir de la declaración por parte de la OMS del COVID-19 como pandemia y el aislamiento social, preventivo y obligatorio declarado en nuestro país, las clases presenciales en las universidades se vieron interrumpidas. En el caso de Didáctica Especial de la Química, se reorganizó la misma tratando de mantener el vínculo pedagógico a través de la virtualidad con plataforma Moodle, incorporando aula virtual, observaciones de clases online, otras herramientas digitales y favoreciendo la capacitación profesional docente inicial y continua. Los cambios realizados permitieron sugerir propuestas para incorporar nuevos vínculos y dispositivos para el aprendizaje mixto (virtual-presencial).

**Palabras clave.** didáctica de la química, aula virtual, microclases simuladas.

### **The challenge of reorganizing the teaching of chemistry and its teaching**

**Abstract.** After the declaration by the OMS of the COVID-19 as a pandemic and the social, preventive and compulsory isolation declared in our country, the face-to-face classes in the universities were interrupted. In the case of Special Chemistry Didactics, it was reorganized, trying to maintain the pedagogical link through with the Moodle virtual platform, incorporating virtual classroom, online class observations, other digital tools and favouring initial and continuous professional teacher training. The changes made allowed suggesting proposals to incorporate new links and devices for blended learning (virtual-face-to-face).

**Key words.** chemistry teaching, virtual classroom, simulated microclasses.

## **INTRODUCCIÓN**

La Organización Mundial de la Salud declaró el 11 de marzo de 2020 pandemia a la enfermedad COVID-19. Asimismo en nuestro país, se estableció "aislamiento social, preventivo y obligatorio" (ASPO), así como "distanciamiento social, preventivo y obligatorio" (DISPO), cuyos plazos son sucesivamente prorrogados, según la situación epidemiológica de cada jurisdicción. En este contexto, las universidades nacionales en cumplimiento del rol específico de formación profesional, establecieron un plan de continuidad pedagógica para sus estudiantes; la Facultad de Ciencias Exactas (FCE) de la Universidad Nacional de Salta, organizó espacios no presenciales en los cuales se desarrollan las actividades académicas y sociales para continuar la formación más allá de la emergencia, garantizando la inclusión educativa. En acuerdo con el informe de la



UNESCO (2020) los obstáculos son múltiples en esta disrupción, desde los inconvenientes de baja conectividad, escasez de dispositivos electrónicos y la falta de contenidos online vinculados con los planes de estudios vigentes y acreditados hasta un profesorado y estudiantes no preparados para esta "nueva normalidad".

Didáctica Especial de la Química es una asignatura teórica-práctica correspondiente al 1º cuatrimestre del 4º año del Profesorado universitario de Química (FCE, UNSa). El desafío para su organización virtual, sincrónica y asincrónica, fue mayúsculo en el sentido de que por ser "Didáctica" teníamos que presentar una diversidad de estrategias de enseñanza y de aprendizaje para nuestros estudiantes, nativos digitales, involucrarlos e involucrarnos en un modelo pedagógico mediado exclusivamente por la tecnología y basado en los principios de aprendizaje activo, colaborativo, autónomo, interactivo, integral, con actividades creativas, desde diferentes dimensiones tales como profesor, estudiante, contexto, tiempo, contenidos y la propuesta didáctica.

Es objetivo de este escrito compartir reflexiones y experiencias didácticas que fueron surgiendo en la reorganización del dictado de la asignatura en contexto de aislamiento social obligatorio

## **ORGANIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

La suspensión total de las actividades presenciales, nos condujo a crear ambientes de aprendizajes virtuales para determinados contenidos disciplinares, en un periodo de tiempo muy breve (el cronograma académico fijaba el inicio de cuatrimestre el 16/03/2020 con espacios presenciales, modificándose el mismo al 01/04/2020 con aulas virtuales en moodle). La organización y planificación de la asignatura en este nuevo escenario educativo, con una interpelación de cambios de fondo y no sólo de forma, implicó dar respuesta a dos disyuntivas: ¿qué? y ¿cómo?

Respecto al qué, priorizamos determinados contenidos seleccionando algunos de ellos y resignando otros, en función de determinados criterios tales como objetivos de la asignatura y de la carrera, tiempo disponible, características de los estudiantes, contexto de pandemia, así también como exigencias cognitivas, comprensión, validez formativa, viabilidad e interés (Sánchez y Valcárcel, 2000). Distinguimos aquellos que sólo requieren presencialidad, como por ejemplo determinadas actividades experimentales, los cuales serían abordados cuando se retomen las actividades normales de la universidad.

El cómo enseñar en estos tiempos (Maggio, 2020; Anijovich, 2020) implicaba dejar de lado las clases tradicionales con la precaución de no trasladar éstas a las aulas virtuales, sino organizar nuestra práctica docente virtual intentando fundamentalmente mantener los vínculos pedagógicos con nuestros estudiantes. El aula virtual de nuestra asignatura utilizada para implementar las diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje, está conformada por las siguientes partes:

- Foros de uso general (novedades de la asignatura, problemática de coronavirus).

- Documentación académica (Programa y reglamento de la asignatura, plan de estudios de la carrera).
- Trabajos prácticos (archivos con las guías correspondientes y los respectivos foros de consulta y de preguntas y respuestas).
- Trabajos prácticos experimentales (experiencias para realizar en casa con materiales de la vida cotidiana tales como cristalización/crecimiento de cristales, comportamiento ácido-base en sustancias de uso cotidiano, indicadores Ácidos-Bases naturales y artificiales).
- Tareas y wikis.
- Vínculos interinstitucionales (observaciones de clases pertenecientes a instituciones educativas ubicadas en ciudad capital e interior, tanto de gestión estatal como privada). En este bloque se dispone material de interés para la formación de los estudiantes proporcionados por personal directivo y docentes (PEI, cartillas para estudiantes de la institución, foros para narrar las observaciones y entrevistas realizadas).
- Glosario (elaboración colaborativa por profesores de la asignatura y estudiantes)
- Relatos de docentes de Química en actividad y jubilados para compartir experiencias de sus trayectorias académicas.
- Biblioteca (documentación de interés, diapositivas/material de la Cátedra)
- Videoteca/Webgrafía (historia de las leyes educativas en Argentina, URL de diferentes revistas de investigación en didáctica de las ciencias artículos acerca de temáticas relacionadas con la enseñanza de la Química en diferentes contextos, webinars y conversatorios actuales, entre otros).

En particular, pudimos gestionar y concretar observaciones virtuales de clases en distintos niveles del sistema educativo (secundario y superior), contextos y modalidades; en estos espacios nuestros estudiantes en formación además de conocer cómo se enseñaba la Química en la virtualidad, tuvieron oportunidad de sugerir, orientar y participar en microclases observadas. Éstas constituyeron referencias de apoyo para desarrollar con seguridad clases simuladas en nuestra asignatura.

Lo interesante es que este entorno obligado de observación virtual nos dio la posibilidad de llegar a aulas que se encuentran a grandes distancias y de proyectarnos en un futuro cercano a realizar observaciones de clases de Química de otras localidades y provincias alejadas de nuestro lugar de residencia. Las observaciones posibilitaron identificar cada momento de la clase (inicio, desarrollo, cierre) y además, destacar el empleo de diferentes recursos y técnicas aplicadas: demostraciones de reacciones en vivo o en video, estudio dirigido, exposición dialogada con el uso de diapositivas en Powerpoint, la resolución de trabajos prácticos que sirven de seguimiento en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, donde los estudiantes tienen amplia participación en la clase. De esta manera, el o la docente crea un ambiente dinámico y entretenido evitando la falta de interés y el desánimo para llevar a cabo el desarrollo de la asignatura en este tiempo de pandemia. La participación de los estudiantes es el reflejo de la actitud docente, la motivación y responsabilidad que impregna en sus alumnos a lo largo de todas las clases. Incorporarse a las clases de otros niveles educativos de forma virtual aporta a la formación docente inicial, la importancia de la formación continua para enfrentar situaciones inesperadas que modifican la escuela que conocemos, reconocer la predisposición de los establecimientos para resolver problemáticas de conectividad. Otros aportes



que suman al portafolio docente, son el reciclado de ideas, recursos como imágenes que motivan al enamoramiento de la Química, estilos de formación integral (proyectos sociales, cuidado del ambiente, proyectos interdisciplinarios, etc.), el trabajo colaborativo en parejas pedagógicas, el trato para con los alumnos, límites y libertades permitidos y por último y no menos importante el derribar mitos de que la Química es sólo es para científicos.

En Didáctica de la Química implementamos microclases simuladas (Clerici, Lucca y de Brabandere, 2016) con el objetivo de desarrollar habilidades para la enseñanza como el dominio de tiempo, selección de contenidos y recursos didácticos, el ensayo de toma de decisiones sobre el curriculum y controlar situaciones imprevistas que pueden darse en contexto real. En esta oportunidad las microclases simuladas fueron concretadas en entorno virtual frente al equipo de profesores y pares, lo que representó enfrentarse a lo nuevo y en pareja pedagógica.

Con la reflexión surgía la valoración de lo que se cumplió o no se pudo cumplir y por qué causa, cuáles fueron los facilitadores y obstáculos que se presentaron en el proceso. Asimismo, pudieron escuchar las apreciaciones del equipo docente invitando a aprender del error, a rever y reconstruir la situación. Aunque esta microclase no fue real, ni presencial fue una instancia de aprendizaje que contribuyó a desarrollar el conocimiento práctico de los futuros docentes, ya que les permite ir adquiriendo autonomía, en un marco de relativa seguridad por la tutela de los docentes formadores y bajos condiciones controladas, muy diferentes a lo que ocurre en el salón de clases frente a un grupo particular de alumnos.

Con respecto a la evaluación, continua y formativa (auto, co y heteroevaluación) utilizamos diferentes instrumentos como rúbricas, kahoot, listas de cotejo (para prácticas experimentales compartidas con videos y fotografías) y cuestionarios orales (por videoconferencias). En relación a propuesta de proyectos áulicos y microclases simuladas se valoraron: diseño colaborativo de proyecto, organización y desarrollo colaborativo de la clase, articulación y coherencia entre los componentes del proyecto, redacción de objetivos, contenidos y criterios de evaluación. Indagación de ideas previas. Transposición didáctica. Secuencia didáctica. Dominio de contenido específico de didáctica especial y de la ciencia específica Química. Adaptación, elaboración y uso de recursos para facilitar el aprendizaje, los cuales deben estar coordinados con objetivos, contenidos, actividades y audiencia a los cuales están dirigidos. Uso e integración de TIC. Reflexión sobre la propia práctica simulada.

## **REFLEXIONES FINALES**

Dado que nuestra asignatura, Didáctica Especial de la Química, por ser del último año de la carrera, no tiene una matrícula numerosa (término medio: 4), es posible establecer y visualizar diferentes interacciones tales como estudiante – docente, estudiante-estudiante, estudiante – contenido virtual. En esta coyuntura consideramos necesario privilegiar la relación de los estudiantes con la construcción del conocimiento, basando el proceso educativo virtual centrado en aprender a aprender, potenciando habilidades

a través de las TIC disponibles para la transformación total de los modelos de enseñanza propios de la presencialidad. Es nuestra intención en pos-pandemia, adherirnos al desafío de una mayor integración con la tecnología para potenciar aprendizajes situados y significativos de otro alcance.

En el contexto actual, la posibilidad de incorporar dispositivos de práctica virtual nos lleva a considerar un marco de excepcionalidad para poder realizarlas. Por ello, resulta de suma importancia arbitrar los medios para concretar convenios de articulación entre Universidad e instituciones de destino, lo cual facilitaría el fortalecimiento de la formación práctica de futuros docentes en diferentes áreas del conocimiento, contextos y niveles en los que los estudiantes practicantes se desempeñarán, asegurando la incorporación de los mismos en la virtualidad -o virtualidad/presencialidad- y estableciendo normativas que acompañen este proceso de configuración de una singular identidad docente. Al respecto, sugerimos ideas posibles de concretar en el marco de la formación docente en Química, en la virtualidad, semipresencialidad o en la presencialidad:

- Trabajos / proyectos interdisciplinarios entre diferentes asignaturas y campos de formación (articulación horizontal y vertical) de la carreras de Química de la Facultad de Cs Exactas.
- Trabajos interdisciplinarios entre cátedras de Didáctica de la Química y Práctica de otras universidades nacionales.
- Red (nacional/internacional) de profesores y estudiantes de Práctica y Didáctica donde se compartan observaciones de clases virtuales y espacios como talleres de diseños de proyectos y de recursos didácticos, etc.
- Canal de YouTube dirigido por alumnos de la Práctica de la Enseñanza de la Química de las diferentes provincias del país donde compartan ideas, diseños de proyectos para clases de Química en contexto, propuestas de laboratorios virtuales, recursos didácticos para la virtualidad, etc.
- Escritura de artículos de divulgación por parte de estudiantes del profesorado compartiendo experiencias y propuestas sobre alternativas de enseñanza de la Química en diferentes contextos y entornos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anijovich, R. (2014). *Sobre la retroalimentación*. <https://www.youtube.com/watch?v=JQ-OycDX1O4>
- Clerici, C., Lucca, L. y De Brabandere, M. (2016). *Didáctica de la Práctica: Experiencias de microclases en el marco de la formación docente inicial*. Ponencia presentada en Jornada de Didáctica "Re-Pensar Las Prácticas" IPEL D-158 Nivel Superior, Seguí, Entre Ríos, Argentina.
- Maggio, M. (2020). *Enseñar en tiempos de pandemia*. <https://youtu.be/lvy5QZ5Qk04>
- Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 423-437.
- UNESCO y IESALC. *COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después*. <http://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/05/COVID-19-ES-130520.pdf>

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

*Artículos breves sobre la Enseñanza de la Química durante la pandemia*

## **LA PANDEMIA COMO MOTOR DE LA INNOVACIÓN FORZADA: UNA EXPERIENCIA EN QUÍMICA INORGÁNICA EN CONDICIONES DE ASPO**

Leonardo Lupi, M. Soledad Islas

*Departamento de Química y Bioquímica, FCEyN, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, 7600, Argentina.*

E-mail: [msislas@mdp.edu.ar](mailto:msislas@mdp.edu.ar)

Recibido: 28/07/2020. Aceptado: 24/09/2020.

**Resumen.** La pandemia estableció un momento histórico único en nuestra práctica educativa, generando innovaciones forzadas. En este trabajo se relata una experiencia de cursada virtual llevada a cabo en Química Inorgánica, materia de 2do año de las carreras de Lic. en Química y Bioquímica. Se realizaron innovaciones, en particular, en la forma de evaluar, utilizando la plataforma Moodle. Se utilizaron encuestas para recabar información sistemática y evaluar el desempeño docente durante el aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO). Los cambios introducidos en la virtualidad y en la materia en general, tuvieron gran aceptación por parte de los estudiantes por lo que se espera mantener en un futuro aquellas propuestas que fueron superadoras.

**Palabras clave.** evaluación, moodle, educación virtual, trabajo cooperativo.

### **The pandemic as driving force of innovation: An experience in Inorganic Chemistry in social isolation conditions.**

**Abstract.** The pandemic has established unique conditions in our educational practice, promoting forced innovations. In this work, the experience of developing an online course of Inorganic Chemistry (2nd year subject in Biochemistry and Chemistry degree) is summarized. The innovations, most of them particularly related to the evaluation, were implemented through the Moodle platform. In the social isolation context, four surveys were conducted with the aim of collecting data in a systematic way and assessing the teachers' performance. As result, the students have positively valued the changes introduced by the online course. Consequently, these and other improvements will be implemented in the near future.

**Key words.** evaluation, moodle, online education, teamwork.

## **INTRODUCCIÓN**

La pandemia de COVID-19 es un evento que aún irrumpe en múltiples aspectos de la vida cotidiana de las personas. La educación a distancia, o virtual, pasó de ser la excepción a ser la regla. Se modificaron las herramientas, los contextos y los tiempos del proceso educativo. En una situación de incertidumbre, mantener una comunicación fluida, empática, y un marco de trabajo y estudio flexible entre los sujetos del vínculo educativo se tornó primordial. La evaluación debería ser parte del proceso



de enseñanza y aprendizaje, sin embargo en el ámbito universitario los sistemas de evaluación suelen ser rígidos, conservadores y solo buscan acreditar el conocimiento adquirido por los alumnos. Si comparáramos una evaluación parcial reciente de la materia "Química Inorgánica" con otra de hace 10 años, veríamos prácticamente no han cambiado. La evaluación suele ser el lugar "donde se interrumpen la mayor parte de las innovaciones" (Maggio, 2018, p. 93) y no se suele constituir como una parte más del proceso educativo. La virtualidad cambió las reglas de juego, limitó la posibilidad del control del cuerpo y la coacción a través de la mirada como elementos claves de encauzamiento de la conducta en el aula (Foucault, 2000). Cuando todo el conocimiento está al alcance de un "click", la examinación individual centrada en la verificación de una enseñanza bancaria (Freire, 2017) se vuelve mucho más prescindible. Como menciona Maggio (2020), la pandemia genera un contexto en el que las innovaciones se producen de hecho. Por ello, se rediseñaron evaluaciones para hacer su resolución menos mecánica y más creativas, fomentando una participación más activa, y el pensamiento crítico.

En el presente trabajo se relata la experiencia en la materia Química Inorgánica (QI), de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) durante el primer cuatrimestre 2020 en el contexto del ASPO (Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio). Asimismo, se indagará sobre los cambios introducidos en las evaluaciones (virtuales) y se comparará con las utilizadas en la presencialidad en años anteriores.

## **QUÍMICA INORGÁNICA Y SUS EXÁMENES PARCIALES VIRTUALES**

La materia QI se encuentra en el primer cuatrimestre del segundo año de los planes de estudio de las carreras de Bioquímica y de Licenciatura en Química. Posee tres instancias de evaluación parcial, con sus correspondientes recuperatorios donde se evalúan contenidos teórico-prácticos. En el 2020, la cursada virtual se inició en marzo, junto con el ASPO. A lo largo del cuatrimestre se mantuvo una comunicación fluida entre docentes y estudiantes, alentando el aprendizaje y brindando un espacio para canalizar dudas e imprevistos mediante la plataforma. Se generaron recursos audiovisuales de tipo expositivo (videos subidos a YouTube) de las clases teóricas, laboratorios y explicación de ejercicios; quedando disponibles de manera asincrónica junto con sus correspondientes archivos pdf, incluyendo libros, apuntes de cátedra y se brindaron espacios para consultas en foros y encuentros virtuales sincrónicos previos a los exámenes. La migración a la plataforma Moodle (que ocurrió en abril 2020) permitió introducir alternativas a la metodología tradicional de evaluación e implicó también, la alfabetización digital del cuerpo docente. Frente a todos estos cambios, con la idea de sistematizar la respuesta de los alumnos, se realizaron cuatro encuestas anónimas a lo largo de toda la cursada para hacer un seguimiento de las propuestas de enseñanza y del desempeño docente. Como plantea Freire (2018, p. 31) "evaluar, casi siempre implica reprogramar, rectificar", así fue que de esas respuestas se originaron nuevas alternativas metodológicas.

Una de las diferencias con los exámenes parciales tradicionales fue la incorporación de ejercicios de respuesta cerrada, a expensas de los de justificar o desarrollo, utilizando las potencialidades de la plataforma. Entre los ejercicios implementados se mencionan los de emparejamiento, arrastrar y soltar sobre texto (Fig. 1a y 1c). Se ejemplifica también ejercicios de respuesta abierta. La Fig. 1d muestra esquema de concatenación de experiencias a través de imágenes, que requería identificar el compuesto de partida, los intermediarios formados y la justificación los observables mediante reacciones químicas. Otros ejercicios de respuesta abierta incluyeron integrar conceptos mediante la elaboración de un texto corto, cálculos de magnitudes o estequiometría.

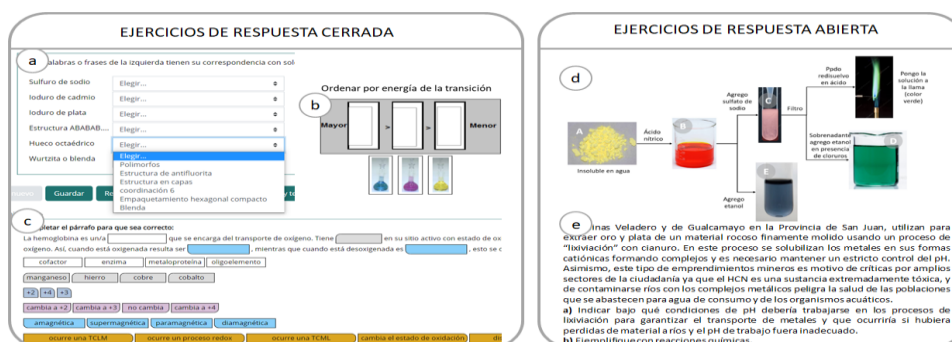


Figura 1. Ejemplos de ejercicios que fueron evaluados en parciales y parcialitos.

## EVALUACIONES DE LABORATORIOS: PARCIALITOS

Además de los tres parciales, la materia tiene nueve evaluaciones semanales tipo "parcialito". Estas evaluaciones fueron quizás las que tuvieron más cambios con respecto a la presencialidad. Los estudiantes podían elegir en qué momento iniciar el examen dentro en un lapso de 24 hs. Una vez iniciado, se disponía de 60 min para completarlo y entregarlo. Los ejercicios de los parcialitos estaban enfocados en los conceptos los prácticos de laboratorio (como el mostrado en la Fig. 1b). Si bien eran de resolución individual, se detectaron respuestas iguales en preguntas de desarrollo, evidenciando algún trabajo en equipo. Por esta razón, se consultó a los alumnos acerca de la posibilidad de cambiar la modalidad de resolución de los dos últimos parcialitos. El 84,5% de los encuestados (28 estudiantes) optaron por trabajar en parejas, mientras que su complemento (6) continuó con la resolución individual. El propósito de la propuesta en parejas fue promover la discusión y el trabajo colaborativo, integrando y vinculando contenidos con situaciones de relevancia socioambiental (Fig. 1e) o de la vida cotidiana. Asimismo, los ejercicios podían incluir respuestas múltiples. En algunos casos se habilitó de forma opcional una orientación para facilitar la resolución, que permitía adaptar la dificultad del ejercicio a las capacidades del equipo o bien utilizarlo como guía para la autocorrección. Esta estrategia permitió que el ejercicio no sea "ni tan simple como para que lo desechen ni tan complejo para desanimarlos" como menciona Litwin (2016, p. 99). Cada pareja entregaba una única resolución que podía ser elaborada en documento compartido.

En cuanto a la respuesta, como docentes, observamos que muchas las parejas pudieron resolver ejercicios verdaderamente avanzados trabajando en equipo, lo que denota lo potente del trabajo colaborativo. Este hecho pone en evidencia el potencial del que disponen los estudiantes, que emerge cuando se promueven prácticas educativas propicias. Un ejemplo claro, de que al reconocernos como seres inacabados y condicionados, nos permite dudar y nos predispone a cambios que fomenten la curiosidad, la alegría y el buen juicio en nuestras prácticas educativas (Freire, 2018). En relación a la opinión de los estudiantes recabada a través de las encuestas, se obtuvieron los siguientes datos. La mayor parte de los estudiantes (49%) consideró en relación a los enunciados que "aprenden más resolviendo ejercicios que requieren desarrollo", manifestando que les permitía mostrar mejor el aprendizaje adquirido. Aunque, el 30% prefirió ejercicios de "respuesta cerrada" y el 21% fue indiferente. Todos los estudiantes consideraron que los parcialitos semanales sirvieron en alguna medida para el aprendizaje, ya sea porque permitieron "establecer una rutina de estudio" (58%), o porque además promovieron "aprender de los errores cometidos" (42%). En cuanto a la modalidad en parejas, el 67% manifestó que les gustó esta modalidad (26% no les gustó, 7% le fue indistinto). Según las encuestas, los estudiantes percibieron un incremento notable en la dificultad de los ejercicios al pasar de la modalidad individual a parejas. Esta situación fue reflejada con claridad por un estudiante: "Me gusto la modalidad en parejas, pero me costó bastante. Creo que la virtualidad no ayudó". Como menciona Litwin, (2016, p.101) "el trabajo en equipo permite que los estudiantes se organicen y confronten hipótesis, [...] los estudiantes no desempeñan espontáneamente bien este tipo de tareas [colaborativas]" por lo que es necesario acompañarlos. A su vez, el 82% manifestó conocer "desde antes de comenzar la cursada" a compañera/o de la pareja elegida (conocer mucho), situación que podría influir en disfrutar la experiencia y lograr consenso en las resoluciones (el resto no conocía "casi nada", 11% o "poco", 7%). La mayor dificultad de esta modalidad estuvo repartido en partes iguales en la "escasa claridad de los enunciados" y en la "dificultad de las preguntas". Estas elecciones fueron manifestadas en otro relato: "Al debatir con la otra persona se nos empezaron a mezclar conceptos y cometer errores, además no entendíamos mucho los enunciados, eran complejos". A pesar de las dificultades, la mayoría de los estudiantes (56%) rescataron como aspecto positivo poder "vivenciar las preguntas como un desafío y pensar otros aspectos de la materia" mientras que el 22% optó por "poder debatir y aprender más en el proceso" y un 18 % por "trabajar en equipo más allá del resultado obtenido". Finalmente, se preguntó si continuarían con la modalidad en parejas de prolongarse la materia, respondiendo la mayoría de los estudiantes que continuaría con dicha modalidad (52%), mientras que los restantes (48%) optarían por volver a la individual.

## **COMPARACIÓN Y RECEPCIÓN GLOBAL DE LA PROPUESTA VIRTUAL**

Según cifras históricas (2017-2019) en la materia QI se inscribieron en promedio por 50 estudiantes, un 78% de los estudiantes aprobó la cursada, un 6 % desaprobó y un 16% abandonó. En esta último cursada, en contexto

del ASPO, sobre un total de 48 inscriptos, el 74% aprobó la materia, 2% desaprobó y 24 % abandonó. Si bien hubo un aumento en el porcentaje de deserciones, el porcentaje de aprobación se mantuvo similar a años anteriores, aun cuando la materia se adecuó al contexto del ASPO. En relación a la percepción de los estudiantes, sobre 33 respuestas en esta encuesta, todos los estudiantes consideraron que habían adquirido durante la cursada virtual los conocimientos de Química Inorgánica de forma satisfactoria (77%), o haberlo realizado "parcialmente" (33%). Asimismo, el 63 % se mostró "Muy conforme" y un 37 % "Conforme" con el desarrollo virtual de la asignatura (0% "Poco conforme" o "Disconforme"). Como sostiene Juarros & Levy (2020) "no es la modalidad (presencial o virtual) lo que garantiza mejores clases y procesos de enseñanza basados en el desarrollo del pensamiento crítico; es la propuesta político pedagógica del docente la que lo define".

## CONCLUSIONES

Las condiciones de ASPO resultaron ser el impulso para promover cambios en varios aspectos, principalmente en la forma de evaluar. Dentro de esos cambios, la modalidad en parejas surge como una posibilidad para mejorar el aprendizaje, en la cual la mayoría de los estudiantes manifestó aspectos positivos. Las evaluaciones deben pensarse como una herramienta que permitan planificar el desarrollo de la materia y ser una instancia más de aprendizaje mejorando las instancias de devolución, según surge de las encuestas. De manera similar, si se trabajara con enunciados "complejos" desde el inicio de la materia, se podría reducir dificultad de su interpretación, haciendo que más estudiantes deseen continuar con la modalidad de trabajo en parejas. La propuesta de cursada virtual tuvo una gran aceptación por lo que esperamos poder mantener algunos de los cambios. Si bien se trató de pequeñas innovaciones, representa grandes pasos en el desarrollo del pensamiento crítico en nuestra práctica educativa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Foucault, M. (2000). *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión*. Siglo XXI.
- Freire, P. (2017). *Pedagogía del oprimido* (4ta ed.). Siglo XXI.
- Freire, P. (2018). *Cartas a quien pretende enseñar* (2da ed.). Siglo XXI.
- Juarros, M. F. y Levy, E. (2020). Módulo 1: La práctica docente en la educación a distancia. La relación pedagógica mediada por tecnologías. *Pedagogía Crítica y Didáctica En La Enseñanza Digital*.
- Litwin, E. (2016). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Paidós.
- Maggio, M. (2018). *Reinventar la clase en la universidad* (1ra ed.). Paidós.
- Maggio, M. (2020). *Enseñar en tiempos de pandemia*. IFD - INFoD. Min. Educación. <https://www.youtube.com/watch?v=lvY5QZ5Qk04&t=1624s>

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

*Artículos breves sobre la Enseñanza de la Química durante la pandemia*

## **CAMBIOS EN LA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA. APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS ANTE LA PANDEMIA**

Alicia Jeannette Baumann

*Cátedra Estadística, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales,  
Universidad Nacional de Misiones.*

E-mail: [alicesbaum@gmail.com](mailto:alicesbaum@gmail.com)

Recibido: 31/07/2020. Aceptado: 01/10/2020.

**Resumen.** En el contexto de la pandemia, la cátedra de Estadística de la carrera Licenciatura en Análisis Químicos y Bromatológicos de la Universidad Nacional de Misiones (Argentina), utilizó como propuesta de enseñanza el aprendizaje basado en problemas. El principal objetivo de esta propuesta didáctica fue lograr un aprendizaje significativo de la estadística, estimulando el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo. La estrategia didáctica del Aprendizaje Basado en Problemas, permitió integrar los conceptos teóricos, favoreció el planteo de preguntas, la aplicación de distintos análisis estadísticos y el trabajo colaborativo. Se procedió a la evaluación mediante rúbrica. Esta actividad demandó esfuerzo y trabajo colaborativo en el que los estudiantes se vieron involucrados en su propio aprendizaje. Mostraron entusiasmo e interés lo que permitió inferir la aceptación de esta nueva propuesta de aprendizaje, por lo cual se implementará esta nueva modalidad en las clases postpandemia.

**Palabras clave.** *estadística, aprendizaje basado en problemas, estrategias, covid-19.*

### **Changes in the teaching strategy of statistics. Application of problem-based learning to face of Pandemic**

**Abstract.** In the context of the pandemic, the Statistics course (Bachelor in Chemical and Bromatological Analysis) of Universidad Nacional de Misiones (Argentina) used the teaching strategy known as problem-based learning. The main objective of this didactic proposal was to achieve a significant learning of statistics, stimulating critical thinking and collaborative work. The didactic strategy of problem-based learning, allowed integrate theoretical concepts, the promotion of asking questions, the application of different statistical analyzes and collaborative work. This activity required effort and collaborative work in which the students were involved in their own learning. They showed enthusiasm and interest, which allowed inferring the acceptance of this new learning proposal. Therefore, this new modality will be implemented in the post-pandemic classes.

**Key words.** *statistics, problem-based learning, strategies, covid-19.*

## **INTRODUCCIÓN**

Abordar la enseñanza del tratamiento estadístico de los datos de modo amigable y estrechamente relacionado con los resultados que se obtienen en el laboratorio de análisis químicos es una tarea que requiere mucha





dedicación, en especial para seleccionar antecedentes que se adecuen a lo que puede ocurrir en un laboratorio real.

La asignatura Estadística integra el plan de estudios de la carrera Licenciatura en Análisis Químicos y Bromatológicos (LAQyB) que se dicta en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN) de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), se ubica en el primer cuatrimestre del tercer año. El abordaje de la enseñanza está planificado como un espacio para la construcción del conocimiento científico, donde se ponen a prueba técnicas de experimentación que permitan resolver situaciones problema de manera grupal o individual. Establecer conexiones entre los conceptos teóricos y la experiencia, lograr que el estudiante desarrolle habilidades y destrezas que permitan la aplicación de la teoría, seleccionen procedimientos, se desenvuelvan con soltura suficiente y reconozcan las operaciones que deben realizar. El material didáctico se diseñó considerando los lineamientos propuestos por Acuña, Marchak, Medina, Baumann y Lorenzo, (2018), de manera tal que, el estudiante pueda distinguir situaciones conocidas, reconocer las ya ejercitadas, seleccionar los parámetros para aplicar en las novedosas y diferenciar de las omitidas o situarse con otras desconocidas.

Ante la situación de pandemia provocada por el COVID-19 y el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio, dispuesto en 2020, las clases pasaron de la presencialidad a desarrollarse en forma remota requiriendo la adopción de tecnología apropiada y estrategias de enseñanza que permitieran desarrollar los contenidos, asegurando condiciones para la enseñanza y el aprendizaje.

En el contexto de la pandemia, se hizo necesario buscar técnicas que permitan lograr un aprendizaje significativo; utilizar estrategias y diseñar actividades que tengan significado concreto para los alumnos y sin que haya existido encuentro presencial ni conocimiento previo entre docente y estudiantes.

Los conocimientos básicos de estadística fomentan el desarrollo del pensamiento crítico, permiten la valoración objetiva de la evidencia, contribuye a mejorar la capacidad para usar los datos cuantitativos, que a su vez ayudan a controlar los juicios que emiten e interpretan otras personas; también, es importante conocer los métodos y razonar cuales son aquellos que permiten transformar los datos disponibles para resolver problemas, decidir y efectuar predicciones (Casas Bernas, 2014). En ese sentido, la estadística es una asignatura cuya interpretación resulta compleja para el estudiante. Para facilitar la comprensión, a partir del ciclo lectivo 2017, se implementaron además de la resolución de los ejercicios de aplicación, experiencias de laboratorio de manera tal que, sea posible integrar los conceptos teóricos y aplicarlos al tratamiento de los resultados de las actividades prácticas, a fin de reducir la ansiedad y las dificultades que se genera en los estudiantes al intentar aplicar las diferentes pruebas durante el cursado de la asignatura. A menudo los estudiantes son capaces de resolver los problemas, los resuelven mecánicamente sin comprender lo que hacen porque no entienden los conocimientos básicos. Concibiendo al laboratorio como una estrategia para el desarrollo de conceptos y

habilidades procedimentales, espacio propicio para el trabajo en equipo y como un ambiente cognitivo productivo para el aprendizaje, se consideró su utilización para la enseñanza de la estadística, pues permitiría a los estudiantes aprender a aplicar los elementos básicos del pensamiento estadístico: comprender la importancia de los datos, la variabilidad, su cuantificación y explicación, Franklin, Kader, Mewborn, Moreno, Peck, Perry y Scheaffer (2005) y Acuña et al, (2018).

Este trabajo presenta una de las actividades que se organizó y realizó en la cátedra de Estadística para iniciar a los estudiantes en el tratamiento de los datos debido a la conversión de las clases presenciales en remotas de emergencia.

## **DESARROLLO**

Autores como Jiménez Aleixandre, (2010) y Díaz Barriga, (2003) consideran que el aprendizaje basado en la solución de problemas consiste en presentar situaciones reales, donde el estudiante debe analizar la situación y construir alternativas viables de solución. Este tipo de experiencias favorecen una mayor retención y comprensión de los conceptos teóricos, aplicación e integración del conocimiento, motivación por el aprendizaje y desarrollo de habilidades de alto nivel.

En la búsqueda de alternativas para incentivar a los alumnos a abandonar la situación de aprendices imitativos, en la que muchas veces los hemos puesto los docentes, y que pasen a conquistar la posición de autogestores de los conocimientos, construyendo alternativas viables para solucionar problemas se enfocó la enseñanza desde la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para el desarrollo de los contenidos. Este enfoque permite a los estudiantes relacionar lo aprendido, atender un problema particular presente en la situación conflictiva. Desde el análisis deben extraer principios y conceptos que pueden ser aplicados a otros problemas. La mirada en perspectiva permite la constante revisión de las hipótesis, como así también evaluar la necesidad de cambios, ratificaciones, reformulaciones Acuña y Sosa (2017). Esta estrategia se adapta a las pretensiones de la cátedra pues permitiría al estudiante identificar contenidos que no se desarrollaron o se trataron superficialmente y que deben ser profundizados para aumentar la comprensión e integración de conocimientos básicos. Se diseñó un problema que debe ser examinado desde diferentes puntos de vista, para que el estudiante pueda identificar y establecer las prioridades de sus propias necesidades de aprendizaje, cuestionar lo que ha aprendido; sintetizar el conocimiento resultante de su autogestión. Requiere del alumno, participar en el proceso con compromiso y responsabilidad para constituirse en parte del círculo transformador que conduzca a la resolución de las dificultades cognitivas presentes durante el proceso de aprendizaje, Acuña y Sosa (2017). Esta estrategia requiere además del acompañamiento docente durante todo el desarrollo de las etapas de la actividad para garantizar el éxito del proceso de aprendizaje. Se consideró a la estrategia como novedosa y requirió explicar suficientemente a los estudiantes para asegurarse la comprensión de la misma. Estudiantes y docente incursionaron por primera vez en la

utilización de la estrategia. Sin embargo, la situación de la enseñanza remota, hicieron necesario la adopción de esta modalidad.

La propuesta de enseñanza y de aprendizaje que se describe en este trabajo se basa en la resolución de una situación problemática con datos reales que los propios estudiantes debieron recolectar. El principal objetivo de esta propuesta didáctica fue lograr un aprendizaje significativo de la estadística, estimulando el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo, reemplazando la experiencia de laboratorio que realizaban antes de la pandemia para obtener los datos analíticos.

### **Descripción de la propuesta**

La situación problemática propuesta como actividad por el docente se desarrolló en 3 instancias, primero de forma individual y luego colaborativamente. Se utilizó el foro del aula virtual como espacio de interacción de docente y estudiantes.

La consigna establecida fue: *"Sofía es Licenciada en Análisis Químicos y Bromatológicos y se plantea la posibilidad de abrir su propio laboratorio de análisis químicos industriales en la ciudad de Posadas. Para asegurarse la viabilidad de su empresa lo contrata a Ud y a su equipo de trabajo para que realice una encuesta. De acuerdo con los resultados de la encuesta y a la conclusión, ella tomará la decisión de abrir o no su laboratorio".*

La secuencia didáctica señalada fue; en la primera instancia se solicitó que cada uno de los estudiantes participara activamente del foro y aporten ideas sobre la realización de la encuesta. Se presentaron algunas preguntas orientadoras como: ¿Qué tipo de preguntas realizarían en la encuesta? ¿Dónde realizarían la encuesta? ¿A qué cantidad de personas o empresas encuestarían? ¿Qué tendrían en cuenta para realizar la encuesta? ¿Tienen claro los conceptos estadísticos necesarios para llevar adelante este proyecto?

En la segunda instancia, tuvieron que releer todas las preguntas que propusieron, seleccionar entre todos el contenido de la encuesta y presentarla en el espacio habilitado para tal fin. Durante esa semana también cada integrante del grupo debió administrar la encuesta a 10 personas.

En la última instancia, y con los datos recolectados realizaron, en forma colaborativa, el análisis e interpretación de los datos y presentaron el único informe con los resultados obtenidos de la encuesta. El informe, con un formato específico, debía mostrar los valores obtenidos para cada una de las preguntas representada en forma de tablas y gráfica. Debían elaborar la conclusión final a partir de los resultados obtenidos y finalmente contestar a la consigna.

Además, se planteó la rúbrica de evaluación individual y grupal; desde el principio se dejó claro que se consideraba parte del proceso de evaluación la participación en el foro y que las consultas al docente se realizaban por el mismo.

Los resultados parciales de cada una de las etapas implicadas en el desarrollo de la actividad debieron ser incorporadas al foro del grupo de trabajo, lo que contribuyó a que el docente pueda intervenir y guiar durante todo el proceso.

El informe elaborado cumplió con los requerimientos, el trabajo se realizó con entusiasmo, reflejó la colaboración entre todos, el intercambio entre docente y estudiantes fue fluido. Se observó que una vez superado el desconcierto provocado por la nueva modalidad de trabajo, lograron elaborar la encuesta y acordar posiciones. Finalizado el trabajo el docente realizó la retroalimentación en conjunto con los estudiantes. El trabajo docente se centró en demostrar que algunos de los resultados contradecían a otras preguntas y que el planteo no debía interferir en los posibles resultados ya que se observó un sesgo en las preguntas formuladas.

## **CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS**

La estrategia didáctica del ABP permitió integrar los conceptos teóricos, favoreció el planteo de preguntas, la aplicación de distintos análisis estadísticos y el trabajo colaborativo. La principal ventaja de resolver una situación problemática real, son las dificultades típicas que caracterizan estas situaciones, en las que se ponen en práctica los conocimientos adquiridos y prepara a los estudiantes para su futuro profesional. Esta actividad demandó esfuerzo y trabajo colaborativo en el que los estudiantes se vieron involucrados activamente en su propio aprendizaje. Mostraron entusiasmo e interés lo que permitió inferir la aceptación de esta nueva propuesta de trabajo. Es por ello que en las clases postpandemia se considerará la implementación de esta propuesta de aprendizaje.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Acuña, M.G., Marchak, G. M., Medina, G.E., Baumann, A.J. & 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.
- Acuña; M.G. y Sosa N.M. (2017) Experimentando prácticas de enseñanza mediante el ABP. *Revista De Ciencia Y Tecnología*, 27(1), 63-68.
- Casas Bernas, N. (2014). *Metodología para enseñar probabilidad y estadística mediante juegos de magia en matemáticas de 3º de ESO*. [Tesis de Maestría, Universidad Internacional de La Rioja].
- Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2).
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report: A Pre-K-12 curriculum framework*. American Statistical Association. Alexandria, VA.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó, Barcelona.

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

*Artículos breves sobre la Enseñanza de la Química durante la pandemia*

## **LA VIRTUALIDAD EN RETROSPECTIVA: REFLEXIONES SOBRE EL CURSADO DE QUÍMICA GENERAL EN CONDICIONES DE AISLAMIENTO SOCIAL**

Juan Pablo Sánchez, Gustavo Belletti, Paola Quaino

*Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. Argentina  
Instituto de Química Aplicada del Litoral, UNL-CONICET. Argentina*

E-mail: [jpsanchez@fiq.unl.edu.ar](mailto:jpsanchez@fiq.unl.edu.ar)

Recibido: 14/08/2020. Aceptado: 27/10/2020.

**Resumen.** La situación de aislamiento debido a la pandemia de COVID-19 ha puesto en jaque a la educación superior, obligando a ésta a actualizar los formatos y modos de dar clases. En el presente artículo relatamos nuestra experiencia en el dictado de Química General. Mostramos cómo nos posicionamos en la toma de decisiones pedagógicas durante la transición a la modalidad virtual en el primer semestre de 2020, en el cual fue necesario priorizar modos y contenidos en este nuevo formato de clases, con el objetivo de asegurar una experiencia de aprendizaje y apropiación de los conocimientos requeridos por el estudiante ingresante a la universidad a carreras científico-tecnológicas, como lo son las carreras relacionadas con Química.

**Palabras Clave.** *pandemia, virtual, química.*

### **Virtual classes in hindsight: thoughts about teaching general chemistry at during social distancing protocols**

**Abstract.** Social distancing protocols due to the COVID-19 pandemic has placed higher education in a complex situation, forcing it to update the models and ways of teaching. In this article we revisit our experiences teaching General Chemistry. We show the pedagogical decisions taken about the transition to virtual classes during the first semester of 2020. During this period it was needed to prioritize contents and modes in teaching in the new virtual classroom in order to make rich learning experiences for our students to ensure the acquisition of knowledge needed for first year university students in scientific and technological careers such as Chemistry.

**Keywords.** *pandemic, virtual, chemistry.*

## **INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO**

El contexto de aislamiento social preventivo y obligatorio implementado en Argentina debido a la pandemia mundial de COVID-19 es conocido por todos. En estas circunstancias, el sistema educativo se ha visto en jaque, en particular por la necesidad de reinterpretar, reconcebir, reorganizar y reinventar la forma de continuar con el dictado de las clases no solo en estas excepcionales condiciones, sino que además en tiempos cortos y de manera imperativa. Sin embargo, este tipo de planteos y reflexiones vienen



ya dándose a lo largo de esta última década (Serres, 2014, Maggio, 2018, Lion, 2019)

En este contexto, presentamos nuestra experiencia en esta situación extraordinaria como equipo docente de la asignatura Química General, una de las primeras materias presentes en el plan de estudios para las carreras de Licenciatura en Química, Profesorado en Química y Químico Analista de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe, Argentina). Teniendo en cuenta que esta asignatura es la primera Química que los alumnos cursan al ingresar en el ámbito universitario, nuestra cátedra establece conceptos básicos necesarios para poder construir los conocimientos de todas las asignaturas de Química de la carrera.

Por otro lado, como dato relevante a tener en cuenta, la UNL ha comenzado a implementar un nuevo curso de articulación para el ingreso a las tres carreras mencionadas. Esta modalidad de ingreso centra su metodología totalmente en la presencialidad y es dictado íntegramente por docentes de los primeros años, permitiendo establecer vínculos docente-alumno, alumno-alumno y alumno-institución, preparando al estudiante para su inicio al cursado formal y a la vida universitaria.

### **COMIENZO DEL AÑO: UN RECuento DE LO OCURRIDO**

Previo al inicio del cuatrimestre, se llevó a cabo la citación presencial de los estudiantes inscriptos en la asignatura, donde se explicaron las condiciones de cursado de Química General en circunstancias normales. La cantidad de alumnos que suelen haber ronda entre los 30 y 50.

A la semana de dicho encuentro se anunció el aislamiento social, preventivo y obligatorio promulgado por el gobierno nacional debido a la pandemia causada por la COVID-19. Esto obligó a las instituciones educativas a cerrar sus puertas (físicas) temporalmente. Se prorrogó un mes el inicio de clases en la mayoría de las universidades nacionales, y durante este tiempo se llevó a cabo un entrenamiento, intensivo, para los docentes en el uso de las nuevas tecnologías para comunicar y educar. Además, fue un período necesario para realizar la reprogramación total de las actividades, convirtiendo el dictado de clases en modo presencial al dictado en modo virtual mediante el empleo de las herramientas tecnológicas disponibles.

En las primeras semanas de la experiencia de docencia virtual, se observó una heterogeneidad entre los estudiantes que ingresaban a la universidad. Evidentemente, muchos se vieron afectados, no sólo por el cambio a la vida universitaria, sino que además, se sumó la situación extraordinaria de pandemia, presentando un panorama muy diferente a lo esperado. En este sentido, es de destacar diferentes situaciones tales como estudiantes con falta de acceso a internet, estudiantes sin completa disponibilidad de una computadora o celular para el desarrollo de las actividades o algunos que, debido a la cuarentena, debieron tomar responsabilidades adicionales o excepcionales (trabajo extra, cuidado de mayores, etc.).

Es así que la virtualización de la educación nos obligó y permitió movernos de nuestra zona de confort, experimentar nuevas herramientas y métodos que, de lo contrario, hubiera llevado años implementarlas.

## **MODALIDAD DEL CURSADO**

El cursado de la asignatura de Química General en condiciones de cuarentena se llevó a cabo de forma totalmente virtual, utilizando un Entorno Virtual (EV), plataforma Moodle de la universidad. Si bien la cátedra utilizaba esta herramienta con anterioridad (en especial como repositorio de material didáctico), en esta ocasión, se utilizaron otras funciones.

Adicionalmente, se utilizaron varias plataformas de videoconferencias (principalmente Zoom) para realizar clases, en las cuales, semanalmente, se dictaban: una sesión correspondiente a la teoría de esa semana, dos sesiones con la resolución de problemas y una última sesión destinada a contenidos relacionados con los trabajos de laboratorio. En adición, se respondían consultas por correo electrónico, mensajería del EV y sesiones por videoconferencia.

La dinámica empleada en todas estas clases consistía siempre de la participación de dos docentes. Esto permitía intervenciones cruzadas en las clases e interacciones con los alumnos (mediante preguntas o resolución colectiva de situaciones problema), los cuales participaban, en su mayoría, a través del chat. El empleo de cámara o micrófono era totalmente opcional, ya que se entendía que no todos tenían la misma disponibilidad tecnológica todo el día y en cualquier horario.

Durante el cursado, todo el material generado se iba incorporando en el EV (presentaciones, guías, resoluciones y algunas clases grabadas), así como también actividades semanales que les fueron solicitadas. Estas últimas cumplían el rol de verificación de la participación del estudiante en el curso, a modo de darle la condición de regularidad en la asignatura.

Las tareas semanales fueron el lugar para innovar y probar diferentes actividades. Algunas de ellas tenían un carácter más tradicional: la elaboración de un informe de laboratorio a partir de datos provistos; la resolución de cuestionarios cortos respecto a actividades de laboratorio mostradas, entre otras. Estas fueron experiencias "traducidas" literalmente de la presencialidad a la virtualidad. Hubo, por otro lado, experiencias novedosas que detallamos a continuación.

## **ACTIVIDADES COLECTIVAS**

Para el tema de "medición y errores", se les pidió a los alumnos que midieran ciertos elementos que todos tienen en sus hogares y se encuentran estandarizados (monedas, documentos de identidad, etc.). A partir de una puesta en común de todas las mediciones, los docentes graficaron estos resultados y se publicaron en el EV. De esta forma, los alumnos trabajaron conceptos como precisión y exactitud a partir de gráficas construidas con los datos recolectados colectivamente mediante la elaboración de un breve informe.

## **EVALUACIÓN ENTRE PARES**

Para el tema de estequiometría, se utilizó la función de "workshop" que posee Moodle. Esta actividad constaba de dos etapas: en la primera se les

pidió a los alumnos que generen su propio enunciado de un problema de estequiometría. En una segunda etapa, la herramienta de Moodle les asignaba un problema planteado por un compañero. Es así que, en esta etapa, cada alumno debía, no solo resolver el problema planteado por el compañero, sino que además analizar el enunciado y hacer la corrección de éste, de manera que se ponía en evidencia la importancia en la escritura y comunicación de las ideas en ciencia.

## **TALLER DE ESTUDIO**

Esta fue una actividad optativa en paralelo al cursado. En este taller, se proponían temas de estudio que luego se debatían en videoconferencia. Adicionalmente, en este espacio se realizó un simulacro de examen, ya que, como se utilizaría una modalidad de examen virtual que era nueva para todos (docentes y alumnos), resultaba un buen espacio para realizar esta experiencia y así minimizar errores y preocupaciones innecesarias.

El objetivo de este taller fue incentivar hábitos de estudio y fomentar interacción entre y con los alumnos, reforzando así los vínculos tanto docente-alumno como alumno-alumno. Esta experiencia ha resultado muy positiva, a pesar de que no era obligatoria y solo acudió una pequeña parte de los alumnos del curso. Por otra parte, en ella se generaron grupos entre los alumnos y se pudo notar la pérdida del miedo a preguntar a los docentes (una barrera muy común en la educación universitaria). Estos aspectos, dada las características de estudiantes ingresantes, resultan un capital valioso ganado para el transcurso de su vida universitaria.

## **EVALUACIÓN**

Se decidió sostener el régimen de promoción por medio de evaluación continuada. El mismo se constituía, no solo del seguimiento del trabajo durante el cursado, sino que culminaba con un examen de promoción escrito y otro oral.

El examen escrito consistió en consignas subidas a un documento en el EV que los estudiantes debían descargar y resolver en un período de dos horas. Luego, debían subir el material producido al mismo entorno. En paralelo, los docentes se encontraban en una sesión de Zoom por si los estudiantes tenían alguna duda o problema técnico. La participación en esta sala, o la utilización de cámara o micrófono, no eran obligatorias en esta instancia.

Días posteriores al examen escrito, y sólo para los alumnos que aprobaron este último, se constituyó una sesión de videoconferencia individual para verificación del trabajo del alumno con el fin de analizar si el examen escrito era propio. Esta instancia fue la única en la que se le exigió al alumno el uso de micrófono y cámara. La obligatoriedad de su uso fue avisada con antelación para que, llegado el caso que tuvieran algún inconveniente con esto, pudiese ser solucionado. Este examen oral fue tipo entrevista y estaba constituido por preguntas respecto a lo que realizaron en su examen escrito y los errores que cometieron. Estos últimos fueron previamente comentados a cada estudiante en la corrección de su examen escrito.



## REFLEXIÓN

La virtualización obligada en la que nos vimos sumergidos debido a la situación de aislamiento social, preventivo y obligatorio mostró una serie de novedades, virtudes y mejoras necesarias a plantear en el sistema educativo superior. Siendo una cátedra del primer cuatrimestre, se observó un desgranamiento inicial de algunos estudiantes debido a problemas relacionados con la conectividad y disponibilidad tecnológica, evidenciando una clara desventaja de la virtualidad obligada debido a la heterogeneidad de contextos en los que puede ocurrir el aprendizaje. Sin embargo, una gran ventaja de esta modalidad es la constante comunicación generada con los estudiantes que trabajan o que viven en otras ciudades. En estos casos, ésta les permitió y habilitó la posibilidad de acceder a las clases que, posiblemente, en la presencialidad les hubiese resultado una experiencia dificultosa.

La virtualidad reconstruye la clase desde otra perspectiva, donde el interés, compromiso y esfuerzo se debe dar tanto por parte de los estudiantes como de los docentes. Además, permite liberar el conocimiento y material generado durante el dictado de las clases, constituyendo una fuente democratizadora de la educación, llegando a dar acceso quien no puede estar presente física o sincrónicamente.

Es necesario pensar la educación de la nueva normalidad (pospandemia) como una integración poderosa, genuina e interactiva entre la educación virtual a distancia y la actividad presencial, procurando sobre todo cultivar los vínculos docente-alumno y alumno-alumno. En este aspecto podemos inspirarnos en los nuevos medios (como las plataformas de streaming o redes sociales) tan populares actualmente y que, sin lugar a dudas, poseen una enorme efectividad para vincularse con sus espectadores

La pandemia de COVID-19 nos enseñó a ser más humanos, a manejar otros tiempos y forzó al ámbito universitario a pensar de otra manera: la educación del futuro tiene que ser pensada desde otra perspectiva, debe ir más allá de la transcripción literal de las antiguas clases al formato virtual. Esta situación evidenció la necesidad de una reformulación del tradicional dictado de clases, tanto en prioridad de contenidos como en los modos de transmitirlos y forzar a la educación superior a adaptarse a las exigencias del mundo actual.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Maggio, M. (2018). *Reinventar la clase en la Universidad*. Paidós. Buenos Aires.
- Lion, C. y Maggio, M. (2019). *Desafíos para la enseñanza universitaria en los escenarios digitales contemporáneos*. Aportes desde la investigación. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 10(1), 13. <https://doi.org/10.18861/cied.2019.10.1.2878>
- Serres, M. (2014). *Pulgarcita*. Gedisa. Barcelona.

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

*Artículos breves sobre la Enseñanza de la Química durante la pandemia*

## **ENSEÑAR QUÍMICA GENERAL UNIVERSITARIA EN TIEMPOS DE EMERGENCIA**

M. Sol Regonat, Germán Hugo Sánchez, Héctor Santiago Odetti

*Universidad Nacional del Litoral – Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas – Departamento de Química General e Inorgánica. Santa Fe, Argentina.*

E-mail: [hodetti@fcb.unl.edu.ar](mailto:hodetti@fcb.unl.edu.ar)

Recibido: 13/08/2020. Aceptado: 01/10/2020.

**Resumen.** En este breve trabajo, se presenta la propuesta pedagógica llevada a cabo en el marco de la educación de emergencia durante el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio de 2020 debido a la pandemia del COVID-19. Estas acciones fueron llevadas a cabo por el Departamento de Química General e Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral para las asignaturas Química General y Química General e Inorgánica del primer año de estudios universitarios de diferentes carreras. Se desarrolla un breve resumen de cada instancia realizada. Se finaliza el escrito con una breve reflexión sobre los alcances de lo realizado.

**Palabras clave.** Universidad, enseñanza de emergencia, química general e inorgánica.

### **Teaching university general chemistry in times of emergency**

**Abstract.** In this brief work, the teaching proposal carried out within the framework of emergency education during the Preventive and Mandatory Social Isolation of 2020 due to the COVID-19 pandemic is presented. These actions were carried out by the Department of General and Inorganic Chemistry of the Faculty of Biochemistry and Biological Sciences of the Universidad Nacional del Litoral for the subjects General Chemistry and General and Inorganic Chemistry of the first year of university studies of different careers. A brief summary of each instance carried out is developed. The writing ends with a brief reflection on the scope of what has been done.

**Key words.** University, emergency teaching, general and inorganic chemistry

### **INTRODUCCIÓN**

El pasado 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la pandemia por el nuevo Coronavirus, causante de la enfermedad COVID-19; e hizo un llamado internacional para actuar con responsabilidad y solidaridad ante esta emergencia (UNESCO, 2020). La existencia de casos en nuestro país llevó a que el Gobierno Nacional adoptara medidas para contener la situación y evitar la propagación del virus, así como también atenuar su eventual impacto sanitario.

Así, el domingo 15 de marzo, el presidente de la Nación Argentina, en acuerdo general de ministros, decretó el aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO) (DNU 297/2020), situación que fue prorrogada en



diferentes oportunidades. En este sentido, el Ministerio de Educación de la Nación aconsejó suspender transitoriamente las clases de educación superior, así como todas aquellas actividades que impliquen concentración de personas y/o involucren población de riesgo. Se recomendó que adecuen las condiciones en que se desarrollan las actividades académicas presenciales en el contexto de la emergencia, siguiendo las recomendaciones del Ministerio de la Salud. A su vez, se recomendó que se tomaran las medidas necesarias para garantizar el desarrollo del calendario académico con los contenidos mínimos de las asignaturas. (RME 104/2020).

Es entonces que, la Universidad Nacional del Litoral (UNL) decidió postergar el comienzo del calendario académico de todas las carreras de grado, posgrado y pregrado -tanto presenciales como a distancia- al 30 de marzo de manera gradual y con apoyo virtual, dando dos semanas para la adecuación de las propuestas (Comisión de Emergencia, 2020).

El Departamento de Química General e Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) de la UNL reestructuró su enseñanza adecuando los contenidos de las asignaturas del primer cuatrimestre a una modalidad virtual de emergencia. Este trabajo tiene como objetivo recuperar la experiencia vivida para poder reflexionar sobre los alcances de la misma de cara al comienzo del segundo cuatrimestre de enseñanza remota de emergencia.

## **DESARROLLO**

### **De la presencialidad...**

El departamento de Química General e Inorgánica tiene a su cargo el dictado de asignaturas de química para la FBCB y la Escuela Superior de Sanidad (ESS). Durante el primer cuatrimestre del ciclo lectivo se desarrollan, la asignatura "Química General" para las carreras de Bioquímica, Licenciatura en Biotecnología, Licenciatura y Tecnicatura en Higiene y seguridad, Licenciatura en Saneamiento Ambiental y Tecnicatura en Salud ambiental; y la asignatura "Química General e Inorgánica" para la carrera de Licenciatura en Nutrición. Ambas asignaturas corresponden al primer año de estudios de cada carrera y, en total, tiene un alumnado aproximado de 450 estudiantes.

Durante el dictado de clases presenciales, el cronograma de las asignaturas mencionadas está organizado para que los temas propuestos sean desarrollados dentro de un período de tiempo de 15 semanas. La propuesta pedagógica abarca tres tipos de clases (Tabla 1).

*Tabla 1. Tipos de clases*

Tipo de clase	Modalidad
Clases teóricas	Se desarrollan los contenidos mínimos y se presentan los temas a ser abordados durante la semana
Clases de aula	Se realizan tareas de lápiz y papel que recuperan los contenidos teóricos y ejercicios del tema de la semana
Clases de laboratorio	Se reproducen prácticas experimentales de laboratorio por pequeños grupos de estudiantes

El departamento cuenta con un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje desde hace varios años donde se comunicaban los horarios de las clases de consulta y principalmente acompañaba a la presencialidad como un reservorio de archivos.

### **...a los nuevos desafíos de la virtualidad**

A partir de lo dispuesto por la UNL respecto del ASPO, el departamento adecuó los contenidos para ser desarrollados de manera virtual. Para ello, se desarrolló un nuevo esquema de clases (Tabla 2).

*Tabla 2: Nueva propuesta*

Tipo de clase	Modalidad	Recurso utilizado
Clases teóricas	Se desarrollan los contenidos mínimos y se presentan los temas a ser abordados esa semana.	Filmación de video utilizando voz en off sobre presentación alojada en YouTube®
Clases de consulta	Se acompaña a los estudiantes en las eventuales dudas que surgían durante la semana, respondiendo diferentes inquietudes y desarrollando los contenidos mínimos.	Videoconferencias sincrónicas utilizando las plataformas Zoom® o Webex® junto con diferentes recursos tales como pizarra, pizarra electrónica, DroidCam®
Clases de laboratorio virtual y presencial	Se adaptaron los contenidos mínimos del laboratorio a la virtualidad	Uso de simuladores virtuales Laboratorio real: Eventual vuelta a la presencialidad

Fue entonces que se transformó el entorno virtual, anterior repositorio de archivos, a una plataforma base para el dictado virtual de las asignaturas Química General y Química General e Inorgánica de la FCB y ESS; ya que todos los recursos diseñados especialmente para esta oportunidad se han subido a dicho sitio (guías de estudio, guías de ejercicios y problemas prácticos, videos de teorías y clases de consultas grabadas, toma de exámenes, material bibliográfico, entre otros).

El desarrollo de los contenidos fue desarrollado a través de los videos de teoría que fueron subidos a YouTube® o Genially® y posteriormente publicados en el entorno; cada teoría se estrenaba correspondientemente en la semana del tema determinado.

A su vez, se propició el intercambio entre estudiantes y docentes durante todo el cuatrimestre a través de dos dispositivos, uno de manera sincrónica, las clases de consultas por videoconferencias; y otro de manera asincrónica, foros de discusión y consulta por tema.

Las clases de consulta por videoconferencias se utilizaron también para el desarrollo de las resoluciones de las guías de ejercicios y problemas prácticos para cada tema. Estas clases han sido dictadas por uno o dos docentes, en las que cada docente elegía el método que le resultara más pertinente para el desarrollo de la resolución de problemas prácticos de la

guía; así, algunos optaban por utilizar un pizarrón, otros por realizar la resolución escribiendo en la guía mediante la plataforma de videoconferencia, otros resolviendo los ejercicios en una hoja y mostrándola con cámara superior para que los alumnos puedan ir siguiendo la resolución, entre otras alternativas. En la semana, cada grupo de alumnos tenía dos clases de consulta para realizar con el docente la resolución de problemas y consultar dudas respecto al tema correspondiente; las clases se programaban con dos horas de duración. Éstas fueron grabadas y puestas a disposición del alumno en el entorno virtual de la UNL mediante un link de YouTube® para ser revisadas cuando se considere conveniente.

Los contenidos fueron subdivididos en tres módulos para ser evaluados mediante exámenes virtuales, con posibilidad de ser recuperados. En caso de que el alumno haya desaprobado alguno de los exámenes recuperatorios virtuales, tendrá la posibilidad de recuperar la asignatura de manera presencial en un único examen para regularizar la materia cuando sea posible. Cabe destacar que los alumnos que hayan cursado con modalidad virtual y aprobado los exámenes realizados por el entorno virtual, deberán obligatoriamente rendir un examen de regularidad presencial para evaluar en ellos el correcto aprendizaje de las clases de laboratorio, una vez realizadas éstas en la modalidad presencial.

Entendiendo que existe parte de los contenidos prácticos que deben ser desarrollados en un laboratorio, estas clases fueron repensadas en dos partes, una virtual, con ejercitación y acompañamiento de simuladores y una parte presencial en donde se aborden los contenidos procedimentales sensoriomotrices mínimos. Estas últimas clases serán desarrolladas cuando se pueda volver a la presencialidad, brindando una regularidad parcial a los estudiantes hasta que pueda volverse al aula.

En todo momento, el calendario académico estuvo sujeto a posibles cambios en base a las decisiones tomadas por el Gobierno de la Nación y la UNL.

## **CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS**

Si bien nuestra propuesta académica había incorporado el uso de tecnologías de la comunicación y el conocimiento para la enseñanza, esta nueva forma de dictado de clases nos llevó a enfrentarnos con varios desafíos tanto para los docentes como para los alumnos. A pesar de ello, las clases virtuales pudieron llevarse a cabo, mejorándose semana a semana gracias a la experiencia aprendida a lo largo del desarrollo de las mismas. El dictado de los temas de las asignaturas y su forma de abordarlos virtualmente, correspondientes al cuatrimestre reprogramado por la pandemia, pudo dictarse en su totalidad. Se observó una alta participación de los estudiantes en las clases sincrónicas, en la participación de foros y en las instancias de regularización.

Es de destacar que, el uso de estos recursos presenta nuevas dificultades en el acceso tecnológico, ya que se requieren dispositivos y conexión estable y de buena calidad. El acceso a internet no siempre es posible y cuando lo es, la conectividad muchas veces tiene deficiencias. En este

sentido, la virtualización tiene un especial impacto en los estudiantes en desventaja social y económica. Es por ello que se deben pensar estrategias que atiendan a esta población.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo es resultado de los proyectos de investigación: CONICET PIP11220130100609CO, CAI+D 2020 UNL PI50520190100017LI, ANPCYT FONCyT PICT-2015-0044.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Comisión de Emergencia de la UNL (2020) *Acta oficial del Comité de Emergencia*. Disponible en: <https://www.unl.edu.ar/bienestar/wp-content/uploads/sites/7/2018/10/NuevoDocumento-2020-03-15-13.06.27.pdf>

Ministerio de Educación de la Nación Argentina. (2020). *Resolución 104/2020*. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-104-2020-335488/texto>

Poder Ejecutivo Nacional. (2020). *Decreto de Necesidad y Urgencia 297/2020 Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio*. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-297-2020-335741/texto>

UNESCO. (2020). *COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después. Análisis de impactos, respuestas políticas y recomendaciones*. Disponible en: <http://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/04/COVID-19-060420-ES-2.pdf>

## *La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo*

### **ENSEÑAR CIENCIAS EN LOS NUEVOS ESCENARIOS. REFLEXIONES SOBRE EL ROL DE LA UNIVERSIDAD EN LA FORMACIÓN DEL PENSAMIENTO Y LA ACCIÓN CIENTÍFICA**

VII Jornadas Nacionales y III Latinoamericanas de ingreso y permanencia en carreras científico tecnológicas, IPECyT 2020, Tucumán.

*Reseña realizada por el Lic. Mauro Fioramonti, CIAEC – UBA y la Prof. María Belén Manfredi, Universidad Nacional del Litoral-CONICET.*

E-mails: [mauro.fdd@gmail.com](mailto:mauro.fdd@gmail.com), [mbmanfredi@fbc.unl.edu.ar](mailto:mbmanfredi@fbc.unl.edu.ar)

Durante los días 4, 5 y 6 de noviembre del 2020 se llevaron a cabo las VII Jornadas Nacionales y III Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas, IPECYT 2020, organizadas por la Universidad Nacional de Tucumán.

La Red Universitaria de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico – Tecnológicas (Red IPECyT) está integrada por universidades argentinas que cuentan en su oferta académica con carreras de grado en Ciencias Exactas y Naturales, Ingenierías y otras carreras científico-tecnológicas.

Entre sus objetivos centrales, la Red intenta constituir un espacio colaborativo entre docentes e investigadores universitarios para el desarrollo de acciones que aporten a la comprensión de la problemática y a la búsqueda de soluciones en la temática del ingreso y la permanencia en carreras científico tecnológicas. A su vez, se presenta como foro de discusión acerca de las temáticas del ingreso y la permanencia en carreras científico-tecnológicas que aporte a la promoción de actividades académicas relacionadas con la formación docente, el desarrollo de proyectos de investigación y/o educativos conjuntos y la utilización de recursos compartidos. Para mayor información consultar: <https://confedi.org.ar/ipecyt/>



Figura 1. Sede del evento. Foto recuperada del sitio <http://c1930915.ferozo.com>



Si bien en un primer momento la propuesta fue realizar las Jornadas del 6 al 8 de mayo del 2020 en la ciudad de San Miguel de Tucumán, la llegada del COVID-19 con las posteriores medidas de aislamiento social, preventivo y obligatorio presentaron el desafío de llevar adelante el evento de manera virtual, lo cual implicó una importante reorganización de mesas y exposiciones por parte del Comité a cargo de las Jornadas.

En esta oportunidad, participaron más de 200 docentes e investigadores de 30 universidades públicas y 3 universidades privadas de nuestro país, presentando resúmenes de investigación, experiencias, proyectos e innovaciones, los cuales debían responder a distintos ejes y subejos temáticos (ver figura II). Se evaluaron y aceptaron un total de 150 trabajos.

<b>EJE 1: Políticas, programas y estrategias en instituciones con carreras científico-tecnológicas relacionados con</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ingreso</li> <li>•Permanencia y Egreso</li> </ul>
<b>EJE 2: Acciones de articulación horizontal y vertical entre</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Escuela Secundaria y Universidad.</li> <li>•Escuela Secundaria y Educación Superior no-universitaria.</li> <li>•Programas de ingreso y cursos básicos universitarios.</li> <li>•Ciclo básico y Ciclo superior universitario.</li> <li>•Docencia e Investigación en la formación científico-tecnológica.</li> </ul>
<b>EJE 3: Competencias a promover en el contexto de carreras científico-tecnológicas para</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ingreso / Acceso (básicas, transversales y específicas).</li> <li>•Egreso (genérico y específico).</li> <li>•Resultados e indicadores de su implementación en diferentes contextos.</li> </ul>
<b>EJE 4: Experiencias de modelos, sistemas y equipos de</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ingreso (cómo ser y hacerse estudiante de educación superior).</li> <li>•Permanencia y Egreso (dificultades y obstáculos de los estudiantes en sus trayectorias educativas).</li> <li>•Acciones institucionales.</li> </ul>
<b>EJE 5: Prácticas de enseñanza para favorecer el ingreso la permanencia y el egreso</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aportes desde las didácticas específicas. Currículum. Evaluación.</li> <li>•Estrategias de enseñanza en asignaturas de carreras científico-tecnológicas.</li> <li>•Leer y escribir en carreras científico-tecnológicas. Las producciones de los docentes y de los estudiantes.</li> </ul>
<b>EJE 6: Las nuevas tecnologías: desafío para las metodologías de la enseñanza y el aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Experiencias formativas mediadas por TICs en los estudios universitarios.</li> <li>•Experiencias formativas mediadas por la robótica y la programación.</li> </ul>

*Figura 2. Ejes de las VII Jornadas Nacionales y III Latinoamericanas de ingreso y permanencia en carreras científico-tecnológicas, IPECyT2020*



## ACERCA DE LAS ACTIVIDADES

Luego del acto inaugural, presidido por el Contador Público Osvaldo Jaldo (vicegobernador de la Prov. de Tucumán), el Ing. Héctor Aiassa (Rector de la Universidad Tecnológica Nacional) y el Mg. Ing. Walter Fabián Soria (Decano de la Facultad Regional de Tucumán de la Universidad Tecnológica Nacional); tuvo lugar la primera conferencia del IPECYT 2020. La misma estuvo a cargo del Dr. José Ignacio Pozo (España) quién decidió actualizar la agenda del debate para reflexionar sobre el papel que tienen o deberían tener las tecnologías en el aprendizaje, titulando su disertación *“Repensar la Enseñanza Universitaria en Tiempos de Pandemia. ¿Cómo Incorporar las Tecnologías Digitales para Mejorar el Aprendizaje?”*

Para finalizar la primera jornada, tuvo lugar la mesa redonda *“Políticas, Programas y Estrategias Institucionales para Mejorar la Permanencia y Disminuir el Abandono y el Desgranamiento de los Estudiantes en los Primeros Años de Universidad”*, en la cual participaron la Mag. Liliana Cuenca Pletch (Sec. Acad. UTN), la Mag. Cristina Wainmaier (UNQ - Red IPECyT ) y el Ing. José Basterra (Presidente- CONFEDI). Entre otros temas, se discutió sobre las perspectivas y acciones vinculadas a las temáticas de ingreso y permanencia de la Red IPECyT y la Universidad Tecnológica Nacional, además de poner a consideración el caso de Facultad de Ingeniería de la Universidad de Lomas de Zamora.

El segundo día de las Jornadas abrió con una reunión general de la Red IPECyT en la que se abordaron de manera integral las discusiones en el campo de la enseñanza según los ejes propuestos por la Red en la organización del IPECyT 2020. La primera conferencia estuvo a cargo del Dr Claudio Rama (Uruguay), denominada *“El Nuevo Escenario de la Deserción Universitaria en el Contexto de la Educación de Emergencia con Componentes a Distancia”*. A su vez, tuvo lugar la mesa redonda *“La Articulación entre la Escuela Secundaria y la Universidad. Nuevos Desafíos. El Programa NEXOS. Incidencia sobre los Cursos de Ingreso”*. En la misma participaron la Dra. Gabriela Lorenzo (CONICET – UBA), el Esp. Ing. Jorge Buabud (UTN-FRT) y la Dra. Bettina Bravo (CONICET – UNCPB). Al cierre del día, se realizó la reunión de la Comisión Nacional del IPECyT.

Durante la tercera y última jornada, el Dr. Leonardo Albuquerque Heidemann (Brasil) presentó su conferencia titulada *“El Uso de Métodos Activos en la Enseñanza como Recurso para Favorecer la Permanencia en los Cursos Básicos Universitarios de Ciencias y Tecnología”*. La última mesa redonda fue la denominada *“Estrategias Orientadas al Desarrollo de las Competencias de Ingreso, Egreso. Indicadores para su Implementación”* y estuvo integrada por la Dra. Silvia Bravo (UTN-FRT, UNT), la Dra. Graciela Utges (Decana Fac. Ing. UNR) y el Dr. Luis D´Alessandro (UTN-FRT).

Además, en cada día del encuentro se llevaron adelante tres sesiones de presentación de trabajos simultáneas donde los participantes de las jornadas defendieron un total de 142 trabajos.

## ACERCA DE LOS TRABAJOS

En cuanto a la presentación de trabajos, se observó gran presencia de propuestas interdisciplinarias, tanto entre asignaturas dentro de un mismo año como de programas de seguimiento a estudiantes a lo largo de toda la carrera.

Particularmente, en relación la enseñanza y aprendizaje de la Química, se presentaron un total de diez trabajos cuya mayoría se enmarcó en los ejes temáticos 2, 5 y 6 (ver tabla I).

*Tabla 1. Total de trabajos presentados por eje temático y total de trabajos presentados referidos a la enseñanza de la Química. VII Jornadas Nacionales y III Latinoamericanas de ingreso y permanencia en carreras científico-tecnológicas, IPECyT 2020.*

Ejes temáticos	Total de Trabajos presentados	Trabajos de Química	Títulos
1	20	-	
2	22	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Química Presente en las Prácticas Formativas</li> <li>• Análisis de un Material Didáctico de Química para el Ingreso a la Universidad</li> <li>• Descripción de la Decisión de Incorporación de una Materia y Acciones Docentes para la Enseñanza de la Biología y la Química en el Proceso de Orientación y Nivelación para el Ingreso a la Carrera de Ingeniería</li> </ul>
3	12	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico de la Lectura Comprensiva en el Curso de Ingreso en Química</li> </ul>
4	14	-	
5	41	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis Preliminar de Informes de Laboratorio en Química General</li> <li>• Herramientas de Química para Comprender Situaciones problemáticas en Ciencias Agrarias</li> <li>• Análisis de Opiniones de Estudiantes de Primer Año sobre el Desarrollo de Química General</li> </ul>
6	15	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo de Evaluación en un Laboratorio de Química Bajo la Implementación de Entornos Virtuales</li> <li>• Química Orgánica en Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje: Una Propuesta Inclusiva para su Articulación con el Espacio de Laboratorio</li> <li>• Integración y Uso de TICs a Través de Actividades Complementarias no Presenciales (ACNP) en Química para la Formación de Competencias en Estudiantes de Ingeniería</li> </ul>

En términos generales, los lineamientos temáticos de estos trabajos giraron en torno a:

- Estrategias Orientadas a la Permanencia en Asignaturas Integradoras de Primer Nivel
- El Lenguaje de las Ciencias en Carreras Científico - Tecnológicas Informe de Laboratorio
- Análisis del Tránsito Curricular en carreras de Farmacia y Bioquímica
- Proyectos Educativos para Mejorar Competencias de Ingreso de Estudiantes Secundarios a carreras de Química, Bioquímica y Farmacia
- La Química en las Prácticas Formativas
- Análisis de materiales didácticos de Química para el Ingreso a la Universidad
- Acciones Docentes para la Enseñanza de la Química en el Proceso de Orientación y Nivelación para el Ingreso a carreras de Ingeniería
- Diagnóstico de la Lectura Comprensiva en Cursos de Ingreso en Química
- Propuestas de articulación y Modelos de Evaluación en Laboratorios de Química en modalidad virtual.

## **DEBATES EMERGENTES**

### ***La pandemia y las experiencias de enseñanza y aprendizaje virtual***

Las directrices acerca de la virtualidad, supusieron un enorme reto para el quehacer docente, así como un desafío para las instituciones, más aún cuando en términos generales tanto docentes como estudiantes estuvieron durante mucho tiempo familiarizados con un solo modelo educativo, el modelo tradicional de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, el trabajo en el IPECyT 2020 implicó diálogos e intercambios de una profunda riqueza en la medida en que se compartían experiencias y reflexiones sobre la migración de un tipo de planificación de clases-en-aula a planificaciones híbridas en donde la presencialidad pasó a tener un lugar secundario.

### ***La aplicación y el uso de nuevas tecnologías en la tarea de enseñar***

La irrupción de las TIC en el aula universitaria presentó en este contexto un alto espectro de posibilidades, pero también invitó a reflexionar acerca de sus limitaciones, lo cual implicó revisar en profundidad el quehacer docente en el aula.

Un uso crítico y reflexivo de la tecnología en el aula no sólo requiere de una formación docente específica en el área, sino que convoca a toda la Universidad a investigar sobre el tema, sobre sus alcances y sobre su potencialidad didáctica.

En este sentido se hace necesario, en pos de alcanzar aprendizajes significativos, la interacción entre tecnología de la información y la comunicación, las didácticas específicas y el conocimiento del contenido.

## ***La importancia de la lectura y la escritura como mediación fundamental entre enseñanza y aprendizaje***

El actual contexto dio lugar a prácticas de lectura y escritura que, si bien existían de modo periférico en las aulas universitarias, pasaron a tomar, en muy poco tiempo, gran relevancia en la enseñanza. Así, casi accidentalmente, se observó el pasaje de los soportes tradicionales de la escritura (lápiz, papel, pizarra, etc.) a otros más adecuados a los tiempos que corren: entradas de wikis, documentos colaborativos online, presentaciones en diversos soportes, entre otros.

Tal y como puede observarse en los cuadros I y II, la elaboración de informes de laboratorio, de piezas colaborativas y otra variedad de géneros textuales fueron no sólo herramientas de evaluación sino un soporte importante en la enseñanza.

Bajo el pretexto metodológico de la enseñanza en línea, no sólo se propuso incorporar nuevas prácticas de lectura y escritura sino que permitió la alfabetización científica en las propuestas de enseñanza de cada disciplina. De este modo, tanto docentes como estudiantes pudieron aprender a comunicar avances u obstáculos en su recorrido, adaptando su intencionalidad comunicacional a diversos géneros discursivos.

### **PRÓXIMO IPECyT**

Durante el acto de clausura de las jornadas los representantes de la Red IPECyT anunciaron que quedó abierta la convocatoria para que las distintas Unidades Académicas Universitarias de la República Argentina con carreras de grado en Ciencias Exactas y Naturales, Ingenierías y otras carreras científico-tecnológicas puedan postularse como sede del próximo IPECyT que se realizará en el año 2022.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos los aportes económicos para la participación en el congreso de los proyectos de investigación: CONICET PIP 11220130100609CO, UBACYT-2018-20020170100448BA, CAI+D 2020 UNL PI5052019010 0017LI, ANPCyT FONCyT PICT-2015-0044.

## *La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo*

### **CONSTRUYENDO REDES: ESCUELA DE INVESTIGADORES/AS EN FORMACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES**

Reseña realizada por Norma B. Jones<sup>1</sup> y Andrea S. Ciriaco<sup>2</sup>

1- Instituto Superior de Formación Docente N°808. Trelew. Chubut. Argentina

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

E-mail: [normabeatrizjones@gmail.com](mailto:normabeatrizjones@gmail.com)

Desde el 24 de noviembre al 4 de diciembre del 2020 se realizó desde el campus de la Universidad Nacional de Río Negro y en forma completamente virtual por el contexto de pandemia, el III Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales (III WIDIC) "En homenaje a Ricardo Chrobak". Y en paralelo, la edición 2020 de la Escuela para investigadores/as en formación bajo la consigna "Construyendo redes".

#### **ACTIVIDADES DE LA ESCUELA DE INVESTIGADORES/AS EN FORMACIÓN DINÁMICA DE DISCUSIÓN CON TUTORES**



Esta actividad se desarrolló brindando a los participantes, investigadores/as en formación, la posibilidad de formar parte de uno, de cuatro grupos de trabajos, con modalidad sincrónica y asincrónica. El objetivo central de esta actividad consistió en que los y las estudiantes de posgrado de distintas universidades tengan la oportunidad de acceder a instancias de actualización teórica y metodológica en investigación en el campo de la didáctica de las ciencias. La misma estuvo destinada a profesionales que se

encuentren realizando proyectos de tesis o tesis de posgrado en el área de didáctica de las ciencias naturales y experimentales

En primera instancia se convocó a la presentación de trabajos que dieron lugar a la distribución de grupos, cada uno con una designación de tutores. Los trabajos fueron luego discutidos en dos encuentros sincrónicos con las/os tutoras/es. La dinámica de las sesiones y la concreción de otros espacios de intercambio fueron consensuados al interior de los grupos. Finalmente, los trabajos revisados se socializaron mediante pósteres en formato digital.

El Grupo 1 estuvo guiado por las tutoras: María Josefa Rassetto, María Basilisa García y Claudia Mazzitelli, el Grupo 2 estuvo tutorado por Maricel Occelli y Bruno Ferreira dos Santos, el Grupo 3 por las tutoras Irene Arriasecq, Leticia Garcia y Johanna Camacho González y el Grupo 4 por las tutoras Leticia Laspata, Celia E. Machado y Nancy Fernandez Marchesi.

### **MINICURSOS Y TALLERES**

Dentro de las actividades propuestas por la Escuela para Investigadores en formación se desarrollaron mini cursos con evaluación de los trabajos finales. Éstos estuvieron disponibles durante todo el evento, pudiéndose cursar en forma asincrónica para ayudar a la organización de las y los estudiantes. Como requisito de aprobación de la escuela se requirió completar y acreditar al menos uno de los tres mini cursos ofrecidos.

La organización de los cursos, su desarrollo y la corrección de los trabajos con sus respectivas devoluciones estuvo a cargo de especialistas en cada área:

-Curso 1, "Lo que ya se sabe... ( y yo debería estar enterado)", a cargo de la docente María Gabriela Lorenzo y el docente Germán Hugo Sánchez.

Se abordó el tema de las partes centrales de la escritura científica; la búsqueda y revisión de la bibliografía especializada, los criterios a tener en cuenta a la hora de buscar, seleccionar y revisar la amplia oferta de artículos, capítulos, libros y otros formatos disponibles.

-Curso 2, Imágenes e Investigación en Didáctica de las Ciencias, coordinado por el docente Andrés Raviolo.

Se analizaron las imágenes y sus usos educativos, tanto estáticas como dinámicas y su implicancia en investigación, de creciente interés en Didáctica de las Ciencias.

-Curso 3, Análisis del discurso post-estructuralista, implementado por el docente Bruno Ferreira dos Santos.

Consistió en la presentación de artículos de investigación sobre el tema, su historia, alcances y proyecciones.

### **ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN**

Esta edición de la Escuela de investigadores contó con un gran número de participantes entre profesores, tutores, coordinadores, estudiantes de los

cuales, 22 representaron a los inscriptos en las actividades de la Escuela de Formación.

La presentación final de posters tuvo la particularidad de exhibir los trabajos de las ediciones 2018 y 2019 junto a los de edición 2020.

### TRABAJOS PRESENTADOS DEL ÁREA DE QUÍMICA

<b>Título del póster Edición 2020</b>	<b>Autor/es</b>
La construcción del conocimiento didáctico del contenido en la formación de profesores de química	Echeverría, M.F., García, M.B.
Plan de tesis: el juego en la enseñanza de la ley periódica: el aprendizaje a partir del uso de diferentes representaciones de la tabla periódica. Una experiencia en la escuela secundaria.	Carabelli, P., Farré, A., Raviolo, A.
Las actividades experimentales en entornos digitales de un profesorado de química	Jones, N.B.
Dificultades en el aprendizaje del concepto concentración de disoluciones: el caso de una tecnicatura universitaria	Traiman-Schroh, N.,
Educación ambiental y TIC para la enseñanza de la química ambiental	Claret, M. Odetti, H.
Prácticas innovadoras en la enseñanza de la química orgánica mediadas por entornos tecnológicos de aprendizaje	Gatti, P.
Análisis de una clase de química inorgánica en contexto de pandemia	Manfredi, M.B., Odetti, H., Lorenzo, M.G.
Revisión bibliográfica sistematizada: las publicaciones sobre la enseñanza del lenguaje químico	Ciriaco, A.
Un análisis de la contribución de la historia de la ciencia y de la historiografía en aspectos históricos presentes en los libros de texto de fisicoquímica y sus aportes a la enseñanza de los modelos atómicos	Gerje, F.
Uso de laboratorios remotos en un primer curso de química en la universidad	Capuya, F., Idoyaga, I.
Representaciones de la ley periódica. Aportes de la historia y filosofía de la química.	Carabelli, P.
La construcción del conocimiento didáctico del contenido en futuros profesores de química . Un análisis centrado en las reflexiones y promulgaciones de estudiantes avanzados del profesorado de química de la facultad de ciencias exactas y naturales de la universidad de Mar del Plata	Echeverría, M.F.

## **EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES**

En base a preguntas disparadoras realizadas por la organización del evento y teniendo como referencia los aportes de los participantes llegamos al final de esta reseña presentado las conclusiones construidas colectivamente:

Se destacó la organización, la coordinación de las exposiciones, los temas seleccionados, el recorrido con soporte virtual, que permitió la participación desde diferentes latitudes para compartir conocimientos, experiencias, sentidos y reflexiones.

Con respecto al trabajo realizado en la Escuela fue muy valiosa, la posibilidad de interactuar con un/a investigador/a formado/a y recibir la evaluación y los aportes de una mirada externa a los trabajos en proceso de construcción. Además fue enriquecedor conocer otros/as compañeros/as que están iniciando o transitando el mismo camino en investigación, porque se pudo conocer qué se está haciendo en otros grupos del país y establecer redes. Esto permitió reflexionar sobre el trabajo en equipo de las investigaciones en didáctica actuales.

## **PROYECCIONES 2021**

Desde el 22 al 24 de Septiembre de 2021 se llevará adelante, una nueva edición de la Escuela de Posgrado CONGRIDEC, organizada por la Universidad Nacional de Santiago del Estero y el Consorcio de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias Naturales (CONGRIDEC). Invitamos a nuestros lectores/as a participar de la misma.

Informes: [escuelacongridecsde@gmail.com](mailto:escuelacongridecsde@gmail.com)



## *La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo*

### **RESEÑA DEL LIBRO *ENSEÑAR QUÍMICA. DE LAS SUSTANCIAS A LA REACCIÓN QUÍMICA (2020)*. AURELI CAAMAÑO (COORD.), EDITORIAL GRAÓ, BARCELONA.**

Reseña realizada por Dra. Lydia Galagovsky

*Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.*

Con entusiasmo escribo estas líneas para recomendar la lectura del texto ***Enseñar química. De las sustancias a la reacción química***, de reciente publicación en versión impresa y digital por Editorial Graó –Barcelona–. Se trata de una extensa recopilación de trabajos monográficos publicados en la revista *Alambique*, desde 2015, con el aporte de 30 profesores de diferentes países (España, Portugal, México, Inglaterra y EUA).

Con la excelente coordinación llevada adelante por el Dr. Aureli Caamaño, el libro nos hace reflexionar y tomar conciencia sobre la complejidad de la enseñanza de los conceptos y modelos fundamentales detallados en el currículo de química de secundaria, y los consecuentes problemas de aprendizaje que frecuentemente se derivan de esta situación.

Las diferentes secciones del libro ordenan los trabajos monográficos para acomodarlos de tal forma de partir de discusiones clasificatorias hasta llegar al final con modelos submicroscópicos más sofisticados. Estas secciones son: Sustancia química, Enlace químico y estructura, Reacción química, Modelos atómicos y tabla periódica, y Teoría atómico-molecular.

Un punto destacable de la configuración del libro es que está dirigido a docentes de química, escrito por expertos en química formados o activamente interesados en cuestiones didácticas. Esta peculiaridad lo hace sumamente interesante pues los autores reconocen que la química como disciplina científica, así como su enseñanza, constituyen verdaderos retos para profesores y profesoras. Uno de los abundantes ejemplos es el que nos da cuenta de la urdimbre conceptual que subyace desde el primer intento de clasificaciones de "sustancia", "elemento", "enlace", y cómo esas ambigüedades desmerecen la coherencia teórica y dificultan el tratamiento didáctico de modelos fundamentales de la química escolar.

En su riqueza comunicativa, el libro no sólo hace señalamientos sobre complejidades sino que hace aportes concretos y profundos para corregir, superar y explicar por qué algunos enfoques de enseñanza no ayudan a superar las dificultades conceptuales involucradas en esos temas.

Bajo una atenta custodia epistemológica, los autores se muestran comprometidos con señalar la naturaleza modelizadora y argumentativa de la ciencia química y exigen su necesaria correspondencia y articulación con la química escolar, poniendo en evidencia cómo ciertas frecuentes ideas



plasmadas en la enseñanza comunican concepciones deformadas de ciencia. Capítulos con aportes desde la historia y la filosofía ayudan a diseñar una química escolar en la cual las entidades teóricas tendrán sentido para los alumnos y alumnas, a partir de discriminar los contextos en los cuales emergieron dichas entidades. Por ejemplo, las monografías sobre el desarrollo de la teoría atómica moderna contribuyen con ideas que ayudarán a los docentes a que sus estudiantes puedan apreciar la necesidad de construcción de entidades químicas teóricas.

Trabajos prácticos concretos, citas bibliográficas y páginas web son recomendaciones frecuentes en los diversos capítulos del libro, mostrando su concepción de instrumento de reflexión metacognitiva sobre la enseñanza, derivado tanto de la investigación en el área de la didáctica de la química como de la amplia experiencia docente de sus generosos autores. Finalmente, el libro ***Enseñar química. De las sustancias a la reacción química*** constituye una fuente de autoconocimiento para todo docente de química que se enfrenta a la tarea de enseñar una disciplina con evidencias macroscópicas del mundo que experimentamos, pero explicables únicamente a partir de niveles simbólicos de interpretación mediados por modelos cuyas representaciones y lenguajes se adaptan o simplifican *ad hoc*; es decir, usando explicaciones con códigos variables, entendidos por los expertos, pero que complican el aprendizaje de estudiantes nóveles, desmotivándolos. Por ejemplo, cuando se dice que una bola metálica brillante está formada por una red prácticamente infinita de cationes inmersos en un mar de electrones, pero se ha indicado simultáneamente que esas entidades tienen mucho espacio vacío entre ellos.

Las diferencias entre entidades teóricas "submicroscópicas" inobservables de las explicaciones químicas, y aquello macroscópico directamente percibido por los sentidos, es difícil de comprender. Así, no puede evitarse que la química en la educación secundaria sea muy abstracta, compleja, difícil de asimilar para la mayoría de los estudiantes quienes, además no le encuentran relevancia para sus vidas. Sin embargo, aún sin cambios en los currículos tradicionales, es necesario revertir este escenario. En este sentido, el libro ***Enseñar química. De las sustancias a la reacción química*** es un excelente y valioso aporte.

## *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*

#### **IV Encuentro Virtual de Enseñanza de las Ciencias (EnCiNa 6) y Jornadas preparatorias del Congreso Iberoamericano de Educación Científica 2022 (CIEDUC 2022)**

Organizado por el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica, FFyB, UBA, APFA y ADEQRA

22 al 25 de junio de 2021, modalidad virtual

<https://apfa.org.ar/>

#### **6<sup>th</sup> International STEM in Education Conference**

Organizado por la University of British Columbia

5 al 9 de julio de 2021, modalidad virtual

<https://stem2021.ubc.ca/>

#### **XIV Conferencia Interamericana de Educación en Física, CIAEF 2021 *Repensando la enseñanza de la física en los nuevos escenarios***

**Inscripciones:** hasta el 1 de julio de 2021

5 al 9 de julio de 2021, modalidad virtual

Contacto: [ciaef.iacpe@gmail.com](mailto:ciaef.iacpe@gmail.com)

#### **XVI Symposium Internacional sobre el Prácticum y las Prácticas Externas – REPPE**

***Prácticas externas virtuales versus presenciales: transformando los retos en oportunidades para la innovación***

**El evento se desarrollará en forma virtual y presencial**

**Inscripciones:** tarifa reducida hasta el 1 de junio de 2021

7 al 9 julio de 2021, Poio (Pontevedra), España

<https://reppe.org/poio/>

#### **II Congreso Iberoamericano de Docentes 2021**

***Docentes frente a la pandemia***

Organizado por La Universidad Politécnica de Madrid y Formación IB

**Envío de contribuciones:** hasta el 30 de mayo de 2021

**Inscripciones:** hasta 15 de junio de 2021 23:59 GMT+2

5 al 16 de julio de 2021, modalidad virtual

<https://congresoib.com/>



**2° Congreso Virtual de Educación Ambiental**  
***El Buen Vivir como propuesta para la reconexión con la naturaleza en comunidad***

Organizado por Proyecto Ambiental - Escuela de Educación Ambiental  
14 al 17 de julio de 2021

<https://www.proyecto-ambiental.com/congresoea/>

**XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF2021)**  
***Repensando o ensino de física para a contemporaneidade***

Organizado por la Universidade Federal do ABC y la Sociedade Brasileira de Física (SBF)

**Inscripción:** hasta el 15 de julio de 2021  
19 al 30 de julio de 2021, modalidad virtual

<http://sbfisica.org.br/~snef/xxiv>

**19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology**

***"Prospective and trends in technology and skills for sustainable social development" "Leveraging emerging technologies to construct the future"***

Organizado por LACCEI, OEA, CONFEDI, Asibei, GEDC  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 21 al 23 de julio de 2021

<https://laccei.org/>

**26TH ChemEd**

Una oportunidad para que docentes de Química de secundaria y de los primeros años de la Universidad intercambien ideas y experiencias didácticas.

Organizada por la University of Guelph  
25 al 29 de julio de 2021, modalidad virtual

<https://chemed2021.uoguelph.ca/>

**XIX Reunión de Educadores en la Química 2020-2021**

Organizada por ADEQRA y la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones

**Envío de trabajos:** hasta 13 de junio de 2021

**Inscripciones:** pago reducido hasta 30 de junio de 2021  
9 al 13 de agosto de 2021, modalidad virtual

<https://sites.google.com/view/xixreq>

**18° Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI)**

***Educação química no século XXI: diversidade no/para o ensino de química***

Organizado por la Associação Brasileira de Química y la Universidade Federal do Pará

**Envío de trabajos:** hasta 2 de julio de 2021

**Inscripción temprana:** hasta 27 de junio  
11 e 13 de agosto de 2021, modalidad virtual

<http://www.abq.org.br/simpequi>

**14<sup>TH</sup> Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2021 online Conference)**

***Fostering scientific citizenship in an uncertain world***

Organizada por la Universidad de Minho (UMinho), Braga, Portugal

**Inscripciones:** 15 de abril al 1 de junio de 2021

30 de agosto al 3 de setiembre de 2021, modalidad virtual

<https://esera2021.org/>

**11º Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias**

Organizado por la Revista Enseñanza de las Ciencias, la Universidad de Lisboa y la Universidad de Extremadura.

**Inscripciones:** pago reducido hasta el 16/05/21, pago completo hasta 30/06/21

7 al 10 de septiembre de 2021, modalidad virtual

<https://argoseduca.congressus.es/congresoenseciencias/11congreso>

**XIX ENEC - Encontro Nacional de Educação em Ciências y IV ISSE - International Seminar on Science Education**

***Transversalidades: Diálogos e interações***

Organizados por la Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Coimbra y la Associação Portuguesa de Educação em Ciências (APEduC)

16 al 18 de setiembre de 2021, modalidad virtual

<https://esec.pt/eventos/xix-enec-e-iv-isse-2021>

**Escuela de Posgrado CONGRIDEC**

Organizada por la Universidad Nacional de Santiago del Estero y el Consorcio de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias Naturales (CONGRIDEC)

22 al 24 de setiembre de 2021

**Informes:** [escuelacongridecsde@gmail.com](mailto:escuelacongridecsde@gmail.com)

**22º Reunión de Educación en Física (REF XXII – Santiago del Estero)**

Organizado por APFA y la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero y el Instituto Superior de Formación Docente Continua N° 1 "Monseñor Jorge Gottau"

**Envío de trabajos:** desde el 1 de mayo hasta el 12 de julio de 2021

**Inscripciones:** desde el 1 de mayo hasta el 22 de setiembre de 2021

**Sin costo para socios ADEQRA**

27 de setiembre al 1 de octubre de 2021, modalidad virtual

<http://apfa.org.ar/ref22/>

**XIII ENPEC**

***A centralidade da pesquisa em educação em ciências em tempos de movimentos de não ciência: interação, comunicação e legitimação***

Organizado por la Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC)

27 de setiembre al 1 de octubre de 2021, modalidad virtual

<http://abrapecnet.org.br/enpec/xiii-enpec/>

## **XIV Jornadas Nacionales, IX Congreso Internacional en Enseñanza de la Biología**

### ***La interdisciplina en la enseñanza de la Biología. Propuestas y tendencias curriculares actuales.***

Organizado por la Asociación de Docentes De Ciencias Biológicas de la Argentina (ADBIA), el Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue y el Instituto de Educación Superior Clara J. Armstrong, Catamarca.

**Inscripción temprana:** hasta 31 de mayo de 2021

**Fecha límite de envío de trabajos:** 31 de mayo de 2021

4 al 7 de octubre de 2021, modalidad virtual

**Para consultas escribir a:** [congresos@adbia.org.ar](mailto:congresos@adbia.org.ar)

<http://adbia.org.ar/congreso2021/>

## **5° Congreso Argentino de Ingeniería (CADI), el 11°. Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI) y el 3° Congreso Latinoamericano de Ingeniería 2021**

Organizados por la Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires y el CONDEFI y la Corporación de Facultades de Ingeniería de Chile.

**Envío de trabajos:** hasta el 30 de junio de 2021

Inscripción anticipada: hasta el 15 de agosto de 2021

**El evento se desarrollará en forma virtual y presencial**

5 al 7 de octubre de 2021, Ciudad Autónoma de Buenos Aires

<https://confedi.org.ar/cadi/edicion-2021/>

## **34° Congreso Latinoamericano de Química CLAQ 2020**

Realizado en conjunto con el XXII Simposio Internacional sobre Avances en Tecnologías de Extracción, el XVIII Congreso Latinoamericano de Cromatografía, el X Congreso Colombiano de Cromatografía y el IV Congreso Colombiano de Bioquímica y Biología Molecular

Organizado por la Sociedad Colombiana de Ciencias Química (SCCQ) y de la Federación Latinoamericana de Asociaciones Químicas (FLAQ)

Cartagena de Indias, Colombia

**El evento se desarrollará en forma virtual y presencial**

**Inscripción temprana:** 1) hasta el 31 de mayo de 2021 (modalidades presencial y virtual) y 2) hasta el 30 de setiembre de 2021 (modalidad virtual)

11 hasta el 15 de octubre de 2021 en el Centro de Convenciones Cartagena de Indias

<http://claq2020.com/>

## **IX Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias**

### ***¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos de nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.***

Organizado por la Universidad Pedagógica Nacional, La Universidad Distrital Francisco José de Caldas, la Universidad del Valle y la Universidad Santo Tomás.

**Inscripciones sin costo, debe completarse un formulario**

13 al 15 de octubre de 2021, modalidad virtual

<https://www.congresointernacionalprofesoresciencias.com/>

**II Jornadas Regionales de Investigación en Educación Superior**

Organizada por la Universidad de la República Uruguay, Administración Nacional de Educación Pública y NUCLEO

27 al 29 de octubre de 2021

<https://www.cse.udelar.edu.uy/jies2020/>

**IV Congreso de la Sociedad Chilena de Educación Científica**

***Educación Científica en tiempos de cambios***

4 al 06 de noviembre de 2021, en La Universidad de La Serena, La Serena, Chile

<http://www.schec.cl/iv-congreso-2021/>

**XXXIII Congreso Argentino de Química**

Organizado por la Asociación Química Argentina.

**Fecha probable de reprogramación:** Octubre de 2021

<http://www.aqa.org.ar/>

**XXXI Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia**

Organizado 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.

**Reprogramación para:** 2021

<http://blogs.ffyh.unc.edu.ar/ejorn/pagina-principal/>

**V 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

<http://siec2020.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.

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

<https://ihpst.clubexpress.com/>

**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/>

**BIENNIAL CONFERENCE ON CHEMICAL EDUCATION (BCCE 2022)**

***New approaches to modern challenges***

Organizada por Purdue University y American Chemical Society

**Para participar se debe ser socio/a de la American Chemical Society**

Verano (hemisferio norte) del 2022

<https://bcce2022.org/>

**Chemistry Education Research and Practice (GRS)**

***Gordon research seminar***

**Reprogramada:** 2023, Lewiston, Maine, Estados Unidos

<https://www.grc.org/chemistry-education-research-and-practice-grs-conference/2021/>

**Chemistry Education Research and Practice**

***Gordon research conference***

**Reprogramada:** 2023, Lewiston, Maine, Estados Unidos

<https://www.grc.org/chemistry-education-research-and-practice-conference/2021/>

**Visualization in Science and Education**

***Gordon Research Conference***

**Reprogramada:** 2023, Lewiston, Maine, Estados Unidos

<https://www.grc.org/visualization-in-science-and-education-conference/2021/>

**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](mailto:asfarre@unrn.edu.ar)