

Educación en la Química

Revista de la Asociación de Docentes
en la Enseñanza de la Química de la
República Argentina.

ISSN 2344-9683

Volumen 26
Número 1
2020

Educación en la Química

ISSN 0327-3504

ISSN-en línea 2344-9683

Revista de la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la
Química de la República Argentina

Educación en la Química

es una publicación semestral de la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina, ADEQRA, Personería Jurídica N° 8933 que se distribuye gratuitamente a los miembros de esta Asociación. Es una revista que busca contribuir a la interrelación entre los docentes y los investigadores de las ciencias químicas y de la educación química. En ella se dan a conocer experiencias de aula, resultados de investigaciones, avances tecnológicos, noticias científicas, y todo otro aporte original que oriente el enriquecimiento y profesionalización del docente de química y colabore en el mejoramiento de su tarea.

Los editores agradecen cartas, ideas, sugerencias y artículos que puedan resultar de utilidad a otros colegas.

El contenido de los artículos firmados es responsabilidad de sus autores.

Se recomienda cautela al realizar los experimentos y demostraciones que se proponen.

Se autoriza la reproducción de los materiales, citando la fuente. (Título clave abreviado: EdenlaQ)

Comité editor

Editor Responsable

Luz Lastres Flores

(ex-Universidad de Buenos Aires)

Co-editora

M. Gabriela Lorenzo

(Universidad de Buenos Aires-CONICET)

Colaboradores

Andrea S. Farré

(Universidad de Río Negro)

Germán Hugo Sánchez

(Universidad Nacional del Litoral-CONICET)

Consejo Asesor Nacional

Erwin Baumgartner
(Universidad Austral)

Miria Baschini
(Universidad N. del Comahue)

Marta Bulwik
(ex ISP J. V. González, B.A.)

Raúl Chernikoff
(Universidad N. de Cuyo)

Norma D'Accorso
(Universidad de Buenos Aires)

Lydia Galagovsky
(Universidad de Buenos Aires)

María B. García
(Universidad N. de Mar del Plata)

Martín G. Labarca
(UBA-CONICET)

Liliana Lacolla
(Universidad de Buenos Aires)

Celia E. Machado
(Universidad Nacional de Rosario)

Marina Masullo
(Universidad Nacional de Córdoba)

Héctor Odetti
(Universidad Nacional del Litoral)

Silvia Porro
(Universidad Nacional de Quilmes)

Teresa Quintero
(Universidad Nacional de Río Cuarto)

Andrés Raviolo
(Universidad Nacional de Río Negro)

Ligia Quse
(Universidad Nacional de Córdoba)

Marisa Repetto
(Universidad de Buenos Aires)

Silvina Reyes
(Universidad Nacional del Litoral)

Alfio Zambon
(Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco)

Consejo Asesor Internacional

Aureli Caamaño Ros
(Sociedad Catalana de Química)

Johanna Camacho
(U. de Chile)

Bruno Ferreira Dos Santos
(Universidad Estadual do Sudoeste da Bahía, Brasil)

Gisela Hernández Millán
(UNAM, México)

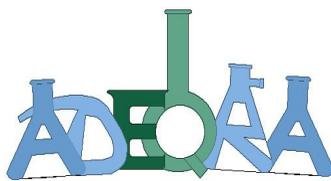
Cristian Merino Rubilar
(Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile)

Gabriel Pinto Cañón
(Universidad Politécnica de Madrid)

Núria Solsona Pairó
(Universidad Autónoma de Barcelona)

Plinio Sosa Fernández
(Consejo Editorial de las revistas Educación Química y Acta Universitaria, México)

Vicente Talanquer
(U. de Arizona, Tucson, EEUU)



Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química
de la República Argentina

Personería Jurídica N° 8933

ADEQRA, Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina, Personería Jurídica N° 8933, 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 que figuran en su Estatuto, pueden citarse:

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

Comisión Directiva

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

Presidente: Teresa Quintero (UNRC)

Vicepresidente: Miriam Gladys Acuña (UNaM)

Secretaria: Anabela Flores (UNRC)

Prosecretaria: Ana Basso (UNC)

Tesorera: Marcela Susana Altamirano (UNRC)

Vocal 1°: Sandra Hernández (UNS- Titular)

Gladys Acuña (UNM- Suplente)

Vocal 2°: Germán Sánchez (UNL -Titular)

Andrea Farré (UNRN- Suplente)

Revisores de Cuentas:

1°: Carlos Matteucci – Andrés Raviolo (UNRN-suplente)

2°: Marina Mansullo (UNC)

3°: Héctor Odetti (UNL)

Para profundizar

LA BIOTECNOLOGÍA LE DA “UNA VUELTA MÁS DE ROSCA” A LA QUÍMICA

Lourdes Puig¹, Adriana M. Carlucci ², Lucrecia M. Curto¹

1 Dpto. de Química Biológica, 2 Dpto. de Tecnología Farmacéutica. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Email: lcurto@qb.ffyb.uba.ar

Recibido: 3/4/2020 Aceptado:5/5/2020.

Resumen. La biotecnología es una tecnología que utiliza las propiedades de los seres vivos para producir y transformar alimentos, para obtener sustancias terapéuticamente activas y para colaborar con las alteraciones del medio ambiente, entre otras aplicaciones. Como toda tecnología es considerada multidisciplinaria y muchas de las disciplinas que le brindan fundamento científico son derivadas de la química. La producción industrial de fármacos ve disminuida su proporción de moléculas pequeñas de síntesis y aumentada la de macromoléculas expresadas a través de sistemas vivos. Esto fue posible luego de la aplicación de conceptos derivados de la secuenciación del genoma humano y de la optimización de la producción de proteínas recombinantes humanas a gran escala. El objetivo de este trabajo es poner en evidencia nuevas aplicaciones relacionadas con la química para revalorizar, volver a pensar y actualizar la enseñanza.

Palabras clave. Biotecnología, avances tecnológicos, educación.

Biotechnology gives chemistry “another turn of the screw”

Abstract. Biotechnology is a technology that uses the properties of living systems to produce and transform food, to obtain therapeutically active substances and to collaborate with environmental changes, among other applications. Like all technology, it is considered multidisciplinary and many of the disciplines that provide it with scientific foundation are derived from chemistry. The industrial production of drugs sees a decrease in the proportion of small synthetic molecules, and an increase in the proportion of macromolecules expressed through living systems. This was possible after the application of concepts derived from the sequencing of the human genome and the optimization of large-scale production of recombinant human proteins. The objective of this work is to reveal new applications related to chemistry, derived from its more recent variants, to revalue, rethink and update its teaching.

Key words. Biotechnology, technological advances, education.

INTRODUCCIÓN

La química es una ciencia que tiene a la materia como objeto de estudio: cómo está compuesta, cuáles son sus propiedades y cómo se transforman sus estructuras tras sufrir reacciones que afectan a sus moléculas y átomos constitutivos. Claro está que también aborda el estudio de la materia que compone a los organismos vivos (humanos, animales, microorganismos, etc.). En ese contexto es que debemos reconocer que la química juega un rol clave en lo que respecta al nacimiento, desarrollo y evolución de la biotecnología.

Aunque no hemos sido plenamente conscientes de ello, la biotecnología convive con la humanidad desde tiempos remotos. El descubrimiento y aprovechamiento del proceso de fermentación de alimentos que dan origen al pan, cerveza, vino y lácteos es uno de los ejemplos que ponen de manifiesto el estrecho vínculo que hay entre la biotecnología y la humanidad. Sin embargo, fue recién en 1919 que el ingeniero húngaro Károly Ereki acuñó el nombre de esta tecnología (Antokoletz, Sarmiento, Gaetan, Guzmán, y Carrera, 2004). De ahí, casi en un cerrar y abrir de ojos llegamos a la clonación del primer gen humano en 1973 (Peña, 2002). Este rápido crecimiento fue posible dado que la biotecnología hizo uso de la vasta información que había sido acumulada por sus hermanas mayores -la química y la biología- para desarrollar soluciones concretas. Tan es así que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico define la biotecnología como la "aplicación de principios de la ciencia y la ingeniería para tratamientos de materiales orgánicos e inorgánicos por sistemas biológicos para producir bienes y servicios" (Municio, 2001). La biotecnología hace uso de las propiedades de los seres vivos para producir y transformar alimentos, para obtener sustancias con actividad terapéutica, para dar solución a las alteraciones del medio ambiente, etc. (Wilches, 2010). Por ello su campo de aplicación es muy amplio, con gran repercusión en la farmacia, la medicina, la ciencia de los alimentos, el tratamiento de residuos sólidos, líquidos, gaseosos, la industria y la agricultura.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué es la biotecnología?

Otra de las definiciones aceptadas internacionalmente es la siguiente: "La biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos" (United Nations, 1992, p. 3, la traducción es nuestra).

Las distintas ramas de la biotecnología han sido clasificadas en función de sus aplicaciones asociando un color a cada subgrupo, como se puede ver en la Tabla 1 (Sánchez, 2011).

Por su directa repercusión sobre la vida humana, es considerada un área intensiva del conocimiento, integrando distintos enfoques tecnológicos y científicos multidisciplinarios. Está fundamentada en diversas disciplinas como bioquímica, biología celular y molecular, genética, virología, ingeniería, química, agronomía, medicina, entre otras. La biotecnología promueve avances que logran multiplicar la capacidad de desarrollar innovaciones tecnológicas en un conjunto cada vez más amplio de actividades productivas, como en la agricultura, medicina, medio ambiente y a nivel industrial (Peña, 2002).

Tabla 1. Clasificación vigente para las distintas modalidades de la biotecnología

Biotecnología roja	Salud humana y animal. Incluye tecnologías como diagnóstico molecular, ingeniería molecular, diseño y fabricación de productos conteniendo proteínas terapéuticas, terapia génica y celular.
Biotecnología verde	Agricultura y agroalimentación. Incluyendo investigación y obtención de plantas genéticamente modificadas, también llamadas transgénicas.
Biotecnología blanca	Utilización de sistemas biológicos para la fabricación, transformación o degradación de moléculas por procesos enzimáticos y fermentativos aplicables en el sector industrial.
Biotecnología gris	Aplicaciones ambientales. Creando soluciones tecnológicas sostenibles que ayuden a proteger al medio ambiente o, inclusive, a recuperar el suelo contaminado mediante el uso de microorganismos.
Biotecnología azul	Aplicaciones de origen marino. Es un ejemplo de esta la búsqueda de sustancias de interés biomédico a partir de organismos marinos.

Resulta interesante destacar que la valoración de esta tecnología no está circunscrita al ambiente científico e industrial, sino que la sociedad toda está atenta y expectante a las novedades que nos presenta. Esta curiosidad puede ser exitosamente aprovechada por los docentes de química y de las otras distintas disciplinas que nutren a la biotecnología. Tender puentes entre la cotidianeidad del alumno y el tema que se va a explicar, es una estrategia sumamente poderosa. Comenzar una clase diciendo a nuestros alumnos que les explicaremos la glicosilación no enzimática de proteínas no resulta demasiado atractivo. Sin embargo, si les decimos que en esa clase descubriremos el origen del color amarillado de la costra del pan o del dulce de leche, seguramente estarán más dispuestos a aprender.

Por otro lado, los jóvenes estudiantes de hoy en día son nativos digitales y fuertemente autodidactas, dos características que los predispone favorablemente al autoperfeccionamiento. Son creativos y cuentan con abundante información a su disposición, por lo que conseguir que for-

men su propio sentido crítico acerca de la calidad de dicha información, resulta hoy uno de los objetivos prioritarios de la docencia. Además son muy sociables y se sienten ciudadanos del mundo, lo que mejora su predisposición a conectarse y a interactuar con personas y/o colegas de cualquier región del mundo. Una característica fundamental común a nuestros jóvenes es que buscan definirse a través de su trabajo.

Muchos de los docentes de ciencias y tecnologías relacionadas con la química compartimos algunas de estas características, aunque el contexto era muy distinto cuando nosotros estudiábamos. La construcción de nuestra identidad profesional ha sido dinámica, lo que podría favorecer a la re-ubicación necesaria para liderar la construcción del conocimiento por parte de nuestros estudiantes.

OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo de este trabajo es poner en evidencia nuevas aplicaciones biotecnológicas que pueden ser relacionadas con la química. Esto permitirá revalorizar, volver a pensar y actualizar la enseñanza, de cara a la necesidad creciente que tienen nuestros graduados de poder disponer y aplicar sus fundamentos. Una de las más tangibles aplicaciones es la producción de proteínas recombinantes humanas que pueden ser "fabricadas" en distintos sistemas vivos y usadas como nuevas opciones terapéuticas. No sólo la bioquímica, sino también la química orgánica y la química combinatoria están haciendo sus aportes a la biotecnología aplicada a la salud. En un abordaje diferente -pero que también hace a la salud humana- los productos transgénicos combinan la calidad nutricional a un costo razonable cuidando el medioambiente. Estos emergen como un claro ejemplo de interdisciplinariedad de tecnologías y ciencias emparentadas con la química.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA

Medicamentos Biotecnológicos

Tal como fue nombrado anteriormente, uno de los grandes hitos de la biotecnología fue el clonado del gen humano responsable de la producción de insulina en 1973. Brevemente, la historia de esta hormona proteica -involucrada entre otras cosas en la correcta metabolización de los nutrientes para la obtención de energía- se inicia con su descubrimiento en 1921. Este evento se constituye en uno de los puntos de quiebre en la historia de la salud humana. Tan solo dos años después, a Frederick Grant Banting y a John James Rickard Macleod se les otorgó el premio Nobel en medicina por su descubrimiento. En 1958, fue Frederick Sanger merecedor del Premio Nobel en química por los aportes de su trabajo acerca de la estructura proteica, especialmente la de Insulina. Ya hacia 1980 esta molécula se convertía en la primera proteína recombinante humana de uso medicinal (Lara, 2011). De allí en más, surge una escalada que nos lleva a que, hoy en día, la mayor parte de la

investigación y desarrollo biotecnológico estén dirigidas al campo de la salud. En la figura 1, se pueden observar distintas representaciones de la molécula de insulina, todas ellas basadas en los datos experimentales obtenidos por difracción de rayos X.

Hasta la década de 1980, la industria farmacéutica estuvo dominada por la química orgánica y fundamentada en la producción de nuevas medicinas a partir de compuestos de síntesis. El anuncio de la secuenciación del genoma humano abrió una nueva puerta de entrada que permitió ampliar el abanico de opciones terapéuticas. Al poder ser producidas en laboratorio y a gran escala, las proteínas pasaron a constituirse como promisorios fármacos. El conocimiento derivado del genoma humano también hace posible elucidar los mecanismos moleculares de las enfermedades y, en consecuencia, promover el desarrollo de nuevos sistemas diagnósticos y terapéuticos enfocados a blancos terapéuticos críticos para ciertas enfermedades (Peña, 2002). Este punto está resultando crucial para la mejor comprensión de la fisiopatología de las enfermedades y para su posterior correlación con nuevos blancos terapéuticos, que conllevan nuevos mecanismos de acción. Esto constituye la verdadera revolución histórica que se está viviendo en los últimos años, y en la que la química sigue ofreciendo fundamentos y respuestas a preguntas claves y a la interpretación de resultados de estudios experimentales cada vez más amplios.

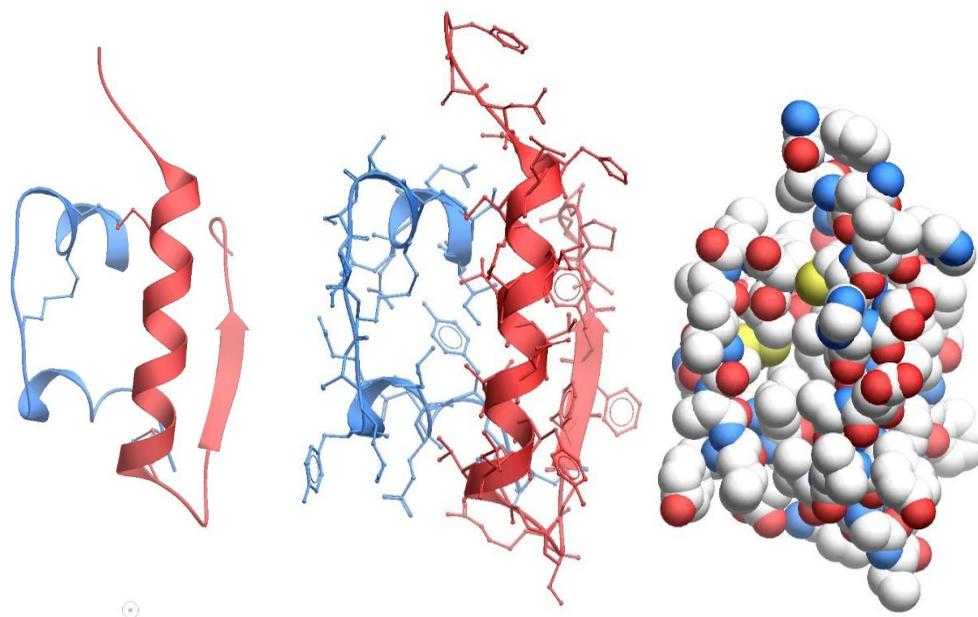


Figura 1. Estructura de la insulina humana recombinante (PBD 1trz). El primer panel muestra una representación en cintas del esqueleto proteico. El panel central agrega la visualización de las cadenas laterales de los aminoácidos como politubos. En el tercer panel se representa en modelo de bolas cada átomo que compone a la insulina.

A partir de la comercialización de la insulina han surgido numerosas proteínas recombinantes humanas de uso terapéutico algunas de las cuales se presentan en la Tabla 2 (Gómez, 2012).

Tabla 2. *Proteínas terapéuticas recombinantes humanas disponibles comercialmente.*

Producto	Usos
Somatotropina	Enanismo hipofisiario
Activador del plasminógeno	Infarto agudo de miocardio
α - interferón	Leucemia mieloide crónica, mieloma, hepatitis B, sarcoma de Kaposi
β - interferón	Ensayo en esclerosis múltiple
γ - interferón	Agente antineoplásico
Eritropoyetina	Anemia en pacientes anéfricos o con insuficiencia renal
Factor de crecimiento epidérmico	Quemaduras
Factor VIIIc y IX	Hemofilia A y B
Anticuerpo anti CD3	Transplantes
Glucocerebrosidasa	Enfermedad de Gaucher
Interleucina 2	Inmunoterapia del cáncer

La biotecnología y la aparición de estas nuevas estrategias terapéuticas -lejos de propiciar la caducidad del valor de la síntesis química- permitieron una "nueva vuelta de tuerca" en la historia de la química. En este sentido, la química y la biotecnología operan sinérgicamente en la resolución de diversos proyectos. Uno de ellos persigue la mejora en las propiedades fisicoquímicas de las proteínas recombinantes humanas. La unión química de proteínas a ciertas moléculas orgánicas permite, por ejemplo, aumentar el tiempo en el que el producto biofarmacéutico permanece circulando en sangre y, por lo tanto, pudiendo interactuar más tiempo con su blanco terapéutico. Así, la vida media de una proteína recombinante puede incrementarse mediante un proceso llamado "Pegilación" por medio del cual se realiza la modificación covalente de la proteína con polietilenglicol, un polímero inerte e hidrofílico (Piedmonte y Treuheit, 2007). Esta pegilación incrementa el volumen efectivo de la molécula lo que conlleva una reducción sustancial de su eliminación por filtración a nivel renal.

Otro vínculo sinérgico es el que se establece entre la biotecnología y la química combinatoria. Mientras la química tradicional arriba a un compuesto único y bien caracterizado, la combinatoria produce de manera deliberada y simultánea una gran cantidad de compuestos (conocidas como bibliotecas) y luego procura identificar los que podrían tener propiedades terapéuticas. Para llegar a este objetivo, resulta de suma utilidad contar con la proteína recombinante pura sobre la cual ensayar in vitro la acción de dichas drogas (Escudero, 2010).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EN LA SALUD

Hemos descrito algunos de los aportes de la biotecnología en relación a la generación de productos de aplicabilidad médica. No obstante, éstos no son los únicos que tienen consecuencias sobre la salud ya que esta tecnología ha permitido, aunque no siempre de manera consciente y dirigida, muchas modificaciones en el patrón alimentario de la humanidad. Justamente comentábamos al iniciar este artículo, como la fermentación de la leche para transformarse en queso constituía un ejemplo de que, desde tiempos inmemoriales, le hemos sacado provecho a diversos procesos biotecnológicos.

Cuenta una leyenda árabe que un pastor nómada, quién se quedó sin recipiente para transportar la leche, mató un cabrito y utilizó su estómago como odre. De camino a casa, consecuencia del calor, el zarandeo y de las condiciones idóneas del estómago del animal, la leche se había tornado en un producto sólido que debió resultar de su agrado. Se cree que a partir de entonces se empezaría a elaborar queso conservando la leche en el estómago de algún cabritillo, cordero o ternero, naciendo así la práctica de utilizar cuajo animal para coagular la leche (International Dairy Food Association, 2006). Con el paso de los años, el creciente conocimiento del metabolismo de los microorganismos y del proceso de fermentación ha permitido proponer mejoras gracias a las cuales contamos con diversas (y muy sabrosas) variedades de quesos. Sin embargo, la biotecnología no se circunscribe al uso de ciertos microorganismos para lograr la fermentación de ciertos alimentos para producir queso, leche, pan o vino. Gracias al continuo desarrollo de estrategias y tecnologías novedosas, esta disciplina tiene en sus manos grandes posibilidades de solucionar ciertos problemas de mala nutrición al optimizar la calidad nutricional de algunos alimentos. La inclusión de alimentos genéticamente modificados con mejores propiedades funcionales y nutricionales proporcionaría una alta contribución para la salud y prevención de enfermedades (Thieman y Palladino, 2010).

Es sumamente importante resaltar que, hasta el momento, los productos transgénicos se han mostrado seguros tras haber sido exhaustivamente analizados, regularizados y fiscalizados en cuanto al cumplimiento de las leyes y recomendaciones de las agencias gubernamentales (Santos, da Silva, do Amaral, Oliveira, Pires, y Barufatti, 2012). A pesar de los esfuerzos y el avance en las investigaciones biotecnológicas para la producción de este tipo de alimentos, todavía existe cierta resistencia por parte de la sociedad en relación a su aceptación. La Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (Conabia), garantiza la bioseguridad del agroecosistema en nuestro país desde 1991, con prestigio y reconocimiento internacional por la calidad de sus científicos.

Dejando de lado las diferencias ideológicas, existen en la sociedad ob-

jetivos comunes tales como la producción en abundancia de alimentos con elevada calidad nutricional, a precios accesibles y con daño mínimo al medio ambiente. Creemos que la información científica es una de las maneras de garantizar a la sociedad que la biotecnología aplicada tanto a los alimentos como a los medicamentos puede, de manera segura, promover beneficios para la humanidad entera.

Es en el actual contexto mundial, que la enseñanza de las distintas ramas de la química constituye un desafío, ya no sólo pedagógico sino social, a considerar por las consecuencias en los avances de la medicina, la agricultura, la ecología y en la calidad de la evaluación regulatoria asociados a estas actividades. Lo expuesto demuestra que no se puede instalar la creencia de que la química sería una ciencia "muerta". Esto no es así, no solo por su definición misma, sino también porque a lo largo de la historia ha dado y sigue dando fundamento (conscientemente o no) a variadas utilidades que el ser humano diseñó para mejorar su calidad de vida. Asimismo, existe una necesidad creciente de comprensión de los mecanismos químicos involucrados en distintos procesos biotecnológicos, lo que permitirá definir regulaciones cada vez más justas e inclusivas.

Cualquiera de los distintos aspectos en los que se pueda pensar la utilización de la química actualmente, requiere de su revalorización y de darle "una nueva vuelta de rosca" a su enseñanza, para que entusiasme a las nuevas generaciones que, si bien tienen características distintas a las anteriores, conservan la curiosidad como una marca humana que permanece en el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antokoletz, A., Sarmiento, M., Gaetan, R., Guzmán, M. y Carrera, M. (2004). *Biotecnología: entre células, genes e ingenio humano*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Escritura en Ciencias.
- Escudero, A. (2010). Avances farmacéuticos en el siglo XXI: medicamentos biotecnológicos. *Revista cuadernos tomas 2*, 245-262. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3761330>
- Gómez, G. (2012). Producción de Proteínas Recombinantes. *Revista Colombiana de Menopausia*, 18(3). Recuperado de <https://encolombia.com/medicina/revistas-medicas/menopausia/vm-183/produccion-proteinas-recombinantes/>
- International Dairy Foods Association. (2006). *Idfa*. Washington: Multi-view. Recuperado de <https://www.idfa.org/news-views/media-kits/cheese/history-of-cheese>

- Lara, A. (2011). Producción de proteínas recombinantes en *Escherichia coli*. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 10(2), 209-223. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382011000200006
- Municio, A. (2001). *Presente y futuro de la Biotecnología*. Madrid: Editorial Espasa Calpe.
- Peña, M. (2002). La Biotecnología: Fundamentos, aplicaciones y retos. *Revista Colombia Ciencia y Tecnología*, 20(3), 3-13.
- Piedmonte, D. y Treuhei, M. (2008). Formulation of Neulasta. *Journal of Advanced Drug Delivery Reviews*, 60(1), 50-58.
- Sánchez, J. (2011). Biotecnología: presente y futuro. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 4, 52-59. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4097109>
- Santos, D., da Silva, L., do Amaral, B., Oliveira, J., Pires, K. y Barufatti, A. (2012). Biotecnología aplicada a la alimentación y salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 39(3), 94-98.
- Thieman, W. y Palladino, M. (2010). *Introducción a la Biotecnología*. Madrid: Editorial Pearson Educación.
- United Nations. (1992). *Convention on Biological Diversity*. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>
- Wilches, A. (2010). La Biotecnología en un mundo globalizado. *Revista Colombiana de Bioética*, 5(2), 164-169.

De interés

IMPLEMENTACIÓN DE HABILIDADES LINGÜÍSTICAS ESPECÍFICAS EN EL CICLO BÁSICO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA: PROYECTO "OBTENCIÓN DE CELULOSA DE ALGAS PATAGÓNICAS"

Andrea Silvana Ciriaco

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

E-mail: andrea.ciriaco14@gmail.com

Recibido:12/2/2020. Aceptado:30/3/2020

Resumen. El trabajo que se presenta exploró las potencialidades de implementar lecturas académicas del área de Química en el ciclo básico de la educación secundaria obligatoria con el fin de trabajar específicamente las habilidades lingüísticas: hablar, escuchar, leer y escribir. Se presentarán los resultados de una investigación descriptiva de carácter exploratorio con un enfoque cualitativo que describe un primer diseño de práctica áulica que parte de la lectura de material de tipo académico. Es común encontrar en los proyectos de aula de cada espacio curricular el objetivo que indica que se espera de los alumnos la utilización de vocabulario específico, pero no es común que se incluyan prácticas del lenguaje que ayuden a lograrlo.

Palabras clave. Educación secundaria, Habilidades lingüísticas, Investigación escolar guiada

Specific linguistic skills implementation in the secondary education. Project: "cellulose extraction from patagonic algae"

Abstract. This paper attempts to explore the potential of introducing the reading of chemistry texts at secondary education in its Ciclo Básico (first three years). An exploratory descriptive research with a qualitative approach will be carried on; it intends to describe a first design of classroom practice in a guided school research, starting from academic reading. It is very common to find in most subjects, classroom project objectives stating that students are expected to use specific language, nevertheless the language practice necessary to build skills are very rarely included.

Keywords. Secondary education, Language skills, Guided school research

MARCO TEÓRICO

Tanto dentro como fuera del aula, el habla y la escucha son las habilidades más usadas. El uso de la lengua y la comunicación, es decir, las habilidades comunicativas básicas: escuchar, hablar, leer y escribir (Cas-

sany, Luna y Sanz, 2000) son fundamentales en la formación integral y aprendizaje de los escolares en todos los espacios curriculares.

En el aprendizaje de las ciencias, hablar y escribir es fundamental para poner en orden los conocimientos (ideas, conceptos, modelos, teorías), darles sentido y relacionarlos (Ramírez, Viera, Rembado y Zinni, 2015). Específicamente en química, la habilidad de la expresión oral espontánea ha sido siempre la gran olvidada, se prioriza la formulación y el uso de nomenclatura química, el logro de buenos escritos (trabajos de investigación o informes de laboratorio) o buenas presentaciones orales estudiadas a fuerza memorística sin profundizar en el sentido de lo que se expone.

Las habilidades cognitivo lingüísticas se adquieren de manera gradual y se incrementa el grado de dominio de las mismas a medida que el estudiante avanza en su trayecto académico. A su vez, un desarrollo insuficiente de éstas constituye una limitación en la construcción del conocimiento por parte del estudiante y en su posibilidad de comunicarlo. Esto demanda por parte del profesorado, acciones transversales coordinadas. En la Educación Secundaria el tema es complejo, ya que el tratamiento de las materias tiene casi siempre un carácter mucho más disciplinar y la comunicación sólo tiene un papel de servicio, de instrumento, salvo en los espacios de lengua materna. La química, además de ocuparse de la formación del componente conceptual, debe procurar el desarrollo de procesos que permitan a los estudiantes aproximarse a lo que se denomina el pensamiento científico, para ello es necesario que se enfrenten a tareas que requieran la utilización de los múltiples lenguajes de las ciencias, en forma escrita y oral (Ramírez, 2015).

La investigación guiada en el medio escolar, con el alumno en papel activo de su aprendizaje, es compatible y adecuada dentro de un marco constructivista. Los proyectos de investigación escolar posibilitan al estudiante proponer un problema y a través de las metodologías inherentes a los proyectos de investigación, identificar y desarrollar una solución superando los obstáculos conceptuales, procedimentales, actitudinales (García y Ladino, 2008). Es de esperar que bajos niveles de conocimiento den lugar a preguntas difusas e imprecisas (Otero y Gallástegui citado en Vaz-Rebello, Morgado, Fernandes, Otero, 2016) y a medida que se avanza en el estudio es previsible que los alumnos sean capaces de identificar obstáculos mejor definidos y realizar preguntas más profundas. El desarrollo las habilidades lingüísticas: hablar, escuchar, leer y escribir promueven la capacidad del alumnado a expresar sus competencias.

Es un buen desafío que el aula deje de estar en silencio, habilitando que no solo el docente tiene para "decir" con fundamento, tal como propone Sanmartí (2007, p.103) se aprende ciencias aprendiendo a hablar, leer

y escribir ciencia. Las personas que investigan en ciencia, crean conocimiento científico hablando y escribiendo.” Los alumnos que leen para comprender tienen como meta, aunque sea de forma tácita, construir una representación mental de la información que consideren adecuada para el propósito de lectura (Maturano, Ishiwa, Macías y Otero, 2015). Cada vez que nos enfrentamos a un texto escrito esperamos alcanzar objetivos, es decir, la lectura de un determinado texto es un acto intencionado, (Parodi, Ibañez y Peronard, 2010). En la escuela la intención y los objetivos son establecidos por el docente y toda la atención estará focalizada en alcanzarlos. En la planificación anual el objetivo es claro: correcto uso del vocabulario específico del área, por lo que las lecturas que ofrecemos a los alumnos deben ser intencionadas a alcanzar tal fin.

En este sentido la comprensión lectora, la discusión y las representaciones mentales permiten el aprendizaje significativo. Acuerdo con Sanmartí (2007) en que no se puede renunciar al reto que representa que nuestros alumnos lean comprendiendo el significado de un texto y que aprendan a disfrutar leyendo ciencia, entonces tomando en cuenta esta proposición, la capacidad de escucha atenta y el habla son los ejes trabajados en este proyecto, que inicia desde la lectura y análisis de un proyecto de investigación de nivel superior para reescribir y poner en acción un proyecto de investigación escolar propio. Luego cada grupo redactará un texto en formato de divulgación científica, “redactar un texto comporta organizarlos y escoger las mejores expresiones para describir las ideas y organizarlas” (Sanmartí, 2007). Teniendo como principal meta, que los alumnos puedan tener suficientes herramientas para autogestionar su conocimiento hablando, leyendo y escribiendo ciencia es que comparto con Cassany (2007) que “saber escribir otorga poder”, una premisa significativa en el ámbito escolar y académico.

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es analizar los resultados en función de las habilidades lingüísticas básicas: hablar, escuchar, leer y escribir dentro de un marco de especificidad de la Química en un diseño de práctica áulica basado en la investigación escolar guiada.

Para alcanzar lo propuesto se plantea describir los obstáculos que atraviesan los alumnos cuando se enfrentan a una lectura académica del área de Química desde la propuesta de una experiencia de investigación escolar que inicia con la lectura, la escritura y la oralidad e identificar y registrar las valoraciones de los alumnos con respecto a la lectura y escritura académica.

METODOLOGÍA

Se presenta una investigación descriptiva de carácter exploratorio con enfoque cualitativo, un comenzar a conocer las potencialidades de ini-

ciar la lectura académica (textos científicos del área de Química) en los ciclos básicos de educación secundaria.

Se trata de una exploración inicial en un momento específico del trayecto escolar. Este tipo de diseño constituye el preámbulo de otros diseños (Sampieri y otros, 2010). Por lo que puede considerarse preexperimental. Los datos documentales serán recogidos en aula y corresponden a la producción escrita de los alumnos durante la implementación de la secuencia. Se evaluarán observaciones y valoraciones de los alumnos mediante entrevistas grupales e individuales luego de terminar el trabajo de investigación propio y de haber escrito su texto de divulgación.

Los resultados se presentarán en palabras de los entrevistados, se analizarán según la Teoría fundamentada en los datos de Glaser y Strauss utilizando como estrategia el método de la comparación constante: recoger, codificar y analizar datos. Codificar supone siempre un corte o fractura de los datos. Por un lado, permite identificar y agrupar información descontextualizándola, es decir extrayéndola del texto original. Por otro lado, admite recuperarla en un texto (recontextualización) y comenzar a interrogarla para descubrir sus propiedades y dimensiones (sub-categorías) (Vasilachis, 2006).

Del trabajo metodológico recuperaron cuatro dimensiones de análisis: proceso de lectura, vocabulario específico, adecuación de protocolo experimental y escritura de informes.

CONTEXTO Y PARTICIPANTES

El trabajo descrito se implementó en un curso de 3er año del ciclo básico de educación secundaria obligatoria, en el espacio de Físicoquímica del trayecto Tecnicatura en Energías Renovables del Colegio Universitario Patagónico, dependiente de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Los alumnos del curso son 26 y tienen entre 14 y 15 años, con poca experiencia en escritura de informes y sin contacto previo con textos científicos o específicos del área de Química.

La secuencia propuesta se implementó durante un lapso de tiempo de 3 semanas, como parte de las actividades finales del espacio curricular, fueron evaluadas en contexto con herramientas y criterios descritos en el proyecto de aula.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SECUENCIA

Con el fin de fortalecer las habilidades lingüísticas específicas del área de Química se desarrollaron una serie de actividades que incluyeron en primera instancia la lectura y análisis de un texto académico con un protocolo experimental, luego la adecuación del protocolo de trabajo por parte de los alumnos, la puesta en práctica y escritura de informes.

Todo el trabajo se realizó en grupos colaborativos donde se espera que todo el grupo en forma simultánea aporte ideas para la solución de un problema, favoreciendo los espacios de discusión dentro del aula aumentando las posibilidades de expresión oral.

Primer momento: Se organiza a los alumnos en grupos de trabajo según sus afinidades y se les entrega en formato virtual el texto titulado "Biorrefinería de residuos de marea. Obtención de celulosa de alta pureza" publicado en el año 2014 por la Revista Biosaiá.

Se realiza una primera lectura de reconocimiento de la estructura general del texto. Esto permite tener una visión global del contenido y su esquema discursivo y se reconoce la función informativa del mismo, de carácter objetivo (González, 2012). Se describen las partes del texto. Se trabaja con el vocabulario. Los apuntes de esta actividad fueron retirados y analizados por la docente.

Segundo momento: En la siguiente clase se retoma la lectura con siguientes consignas:

- a. Representar gráficamente el protocolo experimental con el cual se extrae la celulosa de las algas e identificar los materiales necesarios para la implementación.
- b. Adecuar el protocolo experimental a materiales y métodos posibles en el ámbito escolar.

Los escritos del segundo momento fueron retirados y analizados por la docente.

Tercer momento: Se pone en práctica el protocolo experimental de cada grupo de trabajo con registro fotográfico.

Cuarto momento: Se pide elaboración de un informe escrito en formato académico con los resultados del protocolo implementado.

Quinto momento: Terminada la actividad de experimentación y escritura por parte de los alumnos se realizan entrevistas grabadas de tipo grupal y cuestionario escrito y anónimo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

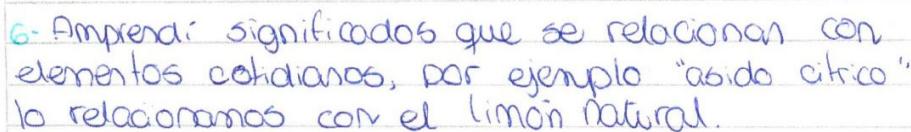
Los datos recogidos durante la secuencia didáctica se categorizaron en cuatro dimensiones para su revisión:

- a. Del proceso de lectura del texto académico: en esta dimensión se analizaron las impresiones de los alumnos durante el primer contacto con la lectura académica.
- b. Del vocabulario específico: cuáles fueron las dificultades con respecto al vocabulario específico del área.

- c. Del proceso de adecuación del protocolo experimental.
- d. De la escritura de los informes, su construcción y corrección.

Dimensiones de análisis:

- a. De la lectura del texto académico-científico: Según lo especificado anteriormente, el grupo con el que se trabajó no tenía contacto previo con lecturas académicas. Con respecto a las valoraciones luego de la lectura, ellos dijeron que: "No habían visto ni leído este tipo de artículos". Con respecto a la forma de escritura y presentación del paper expresaron que "estaba organizado", "se encontró lógica", "se entendía bien" y "no era difícil porque estaba ordenado". Pusieron especial énfasis en la forma en que estaba estructurado.
- b. Del vocabulario: Durante la lectura del texto surgieron dudas con respecto a los términos utilizados, hicieron referencia a que el texto presentaba "Palabras muy específicas: al agua oxigenada le dicen peróxido de hidrógeno" dando cuenta de que reconocieron la existencia de un vocabulario propio del área. Luego de terminado el proceso ante la pregunta recordaron el significado de otras palabras que tuvieron que buscar como: extracción, celulosa, ácido, sulfato de magnesio. No diferencian ni categorizan esas palabras difíciles. Me llamó la atención que los términos celulosa y ácido fueran referenciadas como difíciles o raras ya que son vocablos que hemos utilizado tanto en Biología como en Físicoquímica de ciclos anteriores. Noté lo dificultoso que es para los alumnos transferir los conocimientos adquiridos en diferentes tiempos o espacios a nuevas experiencias. En la Figura 1 se muestra la expresión de una alumna con respecto a la adecuación del vocabulario a la especificidad.



6- Aprender significados que se relacionan con elementos cotidianos, por ejemplo "ácido cítrico" lo relacionamos con el limón natural.

Figura 1: Respuesta de una alumna a la pregunta ¿Qué aprendiste con la lectura del paper?

- c. De la adecuación del protocolo experimental: Los alumnos refirieron que leer un protocolo experimental "está bueno", resultó una guía. Ellos dijeron refiriéndose a las consignas de trabajo que "si nos dabas el paso a paso era más fácil" pero a pesar de

reconocer la dificultad de la lectura y adecuación ninguno expresó disconformidad con lo elaborado. Evaluaron que: "Tenemos diferentes resultados porque todos los protocolos eran distintos, si nos hubiese dado a todos el mismo resultado, no sería divertido". Reconocieron el trabajo que fue planteado: "Si no lo hubiéramos hecho así no tendríamos que haber buscado información, estaba todo escrito". El desafío generó motivación. Por otro lado, dijeron que se dieron cuenta que las "cosas" - refiriéndose a las sustancias - "se pueden reemplazar por otras".

- d. De la escritura de informe: Lo primero que expresaron fue que con el modelo se hizo fácil, tal como expresa en la figura 2: "No sabíamos cómo escribirlo, el *paper* fue una guía". Un alumno expresó: "Me ayudó a armarlo siguiendo la estructura", porque "en otras materias hacemos informes con un punteo de las partes, pero sin ejemplos y se corrige sobre lo hecho". De la lectura de los informes entregados se pudo observar que todos presentaron la estructura: Título, autores, filiación, Introducción, Materiales y métodos, Conclusiones y resultados. Algunos incluyen resumen y palabras clave. Se evalúa positivamente que no hubo errores en lo que se desarrolló en cada apartado de los informes, aunque las formas semánticas necesitarán aún de reelaboraciones.



Figura 2: Expresión de un alumno con respecto a la escritura del informe.

CONCLUSIONES

Cuando se plantean actividades de aula que involucran actividades de diagnóstico o exploratorias que permitan realizar adecuaciones en pos de optimizar algunos aspectos de los procesos de enseñanza y de aprendizaje es posible que al abrir la mirada se identifiquen más facetas de las esperadas, por ejemplo, averiguar cómo se debe actuar para lograr alumnos más conscientes de lo que no saben o no comprenden en el área de las ciencias (Vaz-Rebelo, Morgado, Fernandes y Otero, 2016). En esta primera experiencia los estudiantes encontraron formas de expresar su desconocimiento de manera clara y actuar en consecuencia buscando información que les permitiera avanzar.

La propuesta de iniciar con de la lectura académica, acordando con Sanmartí (2007) en que la competencia comunicativa lingüística es la base de todos los aprendizajes y, por tanto, su desarrollo es responsabilidad

de todas las disciplinas del currículo, permitió registrar no sólo lo importante de mostrar la forma de escritura que se pretende, si no que obligó a la búsqueda de significados, a la reflexión sobre las formas de escritura y la contextualización del trabajo científico, tal como se mostró en los resultados.

En este caso, el análisis de datos permite pensar en la continuidad de la experiencia ya que los alumnos reconocen el trabajo de investigación que ellos realizaron, poniendo en valor que no era una receta que debían seguir, sino que implicaba que pusieran su propia impronta al proyecto grupal que realizaban. El proceso de construcción del conocimiento científico comporta pasar de hablar un lenguaje personal, impreciso y con muchas expresiones importadas del conocimiento cotidiano a ser capaces de utilizar el de la ciencia (Sanmartí, 2007), en los resultados se puede empezar a observar que los estudiantes reconocen su lenguaje cotidiano y comienzan a pensar cómo usar el lenguaje específico del área.

Espero poder, en ciclos y cursos siguientes profundizar el estudio del impacto que las habilidades lingüísticas pueden tener en la metacognición y autogestión de procesos de aprendizaje que se comienza a vislumbrar con esta primera experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campaña, M.L., Tijero, A., Aguado R., López M.M. y Moral A. (2014). Biorrefinería de residuos de marea. Obtención de celulosa de alta pureza. *Revista Biosaiá*. N°3.
- Cassany, D., Luna, M. y Sanz, G. (2000). *Enseñar lengua* (5ta. ed.). Barcelona, España: Ed. Graó.
- García Contreras, G. y Ladino Ospina, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. *Studiositas* 3, 3: 7-16. Recuperado el 11 de febrero 2020, de <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/286031>
- González S. (2012). *Aprendiendo a estudiar*. (1ra ed.) Buenos Aires, Argentina: Gram Editora.
- Maturano, C., Ishiwa, K., Macías, A. y Otero, J. (2015). Ignorancia consciente en el aprendizaje de las ciencias I: componentes de la incompreensión de un texto científico. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 7-22.
- Parodi G., Ibañez R. y Peronard M. (2010). *Saber leer*. (1ra ed.). Buenos Aires: Aguilar.

- Ramírez, S., Viera, L., Rembado, F. y Zinni, M. (2015). Actividades propuestas en cursos básicos de química: ¿Qué habilidades cognitivas lingüísticas promueven? *Educación en la Química en Línea*, 21(1), 19-31. Recuperado el 22 de Febrero de 2020, de <http://www.adeqra.com.ar/>
- Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo*: 103-127. Ministerio de Educación. Colección Aulas de Verano (Madrid).
- Vaz-Rebelo, P., Morgado, J., Fernandes, P. y Otero, J. (2016). Ignorancia consciente en el aprendizaje de las ciencias II: factores que influyen en lo que los alumnos saben que no saben. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 91-105.
- Vasilachis de Gialdino, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. (1ra ed.). Barcelona: Editorial Gedisa

Ideas para el aula

ACTIVIDADES LÚDICAS DIGITALES PARA EL AULA DE QUÍMICA

Sergio Baggio

UNPSJB, Sede Puerto Madryn, UTN, Facultad Regional Chubut, Puerto Madryn, Chubut, Argentina

Email: baggiosergio1940@gmail.com

Recibido: 24/10/2019. Aceptado: 30/4/2020.

Resumen. En el presente trabajo se destaca el valor de los juegos y el aprendizaje basado en ellos como una herramienta para el diseño de la enseñanza. En educación, los juegos pueden promover la motivación, el compromiso y el aprendizaje, lo que presenta un atractivo para el uso de estos en la planificación de la enseñanza. El autor desarrolló varios juegos en formato digital relacionados con juegos de mesa tradicionales, como el juego de la oca, distintos tipos de bingo, la batalla naval y otros que son desarrollos personales y son descritos en este trabajo. Los juegos se presentaron en varios talleres para docentes de química en los últimos años y se describe, a través de encuestas, la respuesta de éstos esta experiencia.

Palabras claves. Juegos, Química, Bingo, Oca, Batalla naval

Digital games for the chemistry classroom

Abstract. This paper highlights the value of games and game-based learning as a tool for instructional design. In education, games can promote motivation, engagement, and learning, which presents an appeal for the use of games in instructional design. The author developed many games in digital format related with traditional table games like goose game, bingo, battleship and others that are personal inventions which are presented in the paper. Games were presented in many workshops for chemistry teachers in the last years and the response of them to the experience is described.

Key words. Games, Chemistry, Bingo, Goose, Battleship

INTRODUCCIÓN

El juego se ha visto generalmente como una actividad para el ocio y el esparcimiento, sin sentido ni significado. En los procesos de enseñanza y aprendizaje se ha empleado como una herramienta didáctica, llena de sentido, que se relaciona con los aprendizajes significativos de los educandos y mejora los resultados académicos (Rastegarpour y Marashi,

2012) . El área de las ciencias naturales no ha sido ajena al empleo de este recurso para favorecer los procesos de aprendizaje de la ciencia en la escuela.

Los métodos tradicionales de enseñanza han sido y son criticados, y han puesto en evidencia la necesidad de incorporar estrategias didácticas innovadoras para favorecer el aprendizaje, de modo que puedan ser empleadas en el aula con el fin de lograr que el alumno, en vez de solamente almacenar conocimiento, sea capaz de incorporarlo a su estructura cognitiva, transformarlo, y quizás lo más importante, usarlo en la solución de problemas.

En el caso particular de la química, muchos docentes acuerdan sobre el uso de juegos y acertijos como un método eficaz para aumentar el interés y mejorar el aprendizaje de la asignatura (Russell, 1999, Samide y Wilson, 2014). Muchos juegos exitosos no son otra cosa que modificaciones de los populares juegos de mesa, mientras que otros son verdaderas innovaciones desarrolladas por los mismos docentes.

Los objetivos de los juegos didácticos pueden ser muy diversos incluso para un mismo juego, dependiendo del propósito que se persiga con la estrategia empleada y el nivel al cual están dirigidos. Sin embargo, tratando de englobar lo mencionado en el párrafo anterior, podrían resumirse así:

1. Cambiar el estudio tradicional, teórico y a veces, memorístico de la química, por un estudio activo, ameno y más ventajoso.
2. Inducir a que el estudiante se interese por el desarrollo concreto de los temas y ejercicios de química.
3. Desarrollar los procesos de enseñanza y aprendizaje en forma amena, interesante y fructífera desde el inicio hasta el término de cada clase y durante todo el año escolar.
4. Demostrar la eficiencia y eficacia de los diversos juegos didácticos en la enseñanza de la Química, abordando la interdisciplinariedad con otras áreas.
5. Atender a aquella/os alumnas/os que presenten dificultades de aprendizaje de forma más amena.
6. Desarrollar las competencias básicas.

Al discutir la cuestión del enfoque que el docente le da a la enseñanza, la tecnología por computadora ocupa un lugar central. Las simulaciones y otras actividades en las que se utiliza un ordenador, por su carácter interactivo, ofrecen una oportunidad especial para el aprendizaje centrado en el estudiante, al mismo tiempo ofrecen opciones donde el docente lidera el proceso de aprendizaje. Por lo tanto, un proceso de aprendizaje

de este tipo se puede basar en el método de descubrimiento guiado o permitir que las personas aprendan libremente sin mucha orientación (es decir, el método de descubrimiento puro, aunque este método ha sido muy criticado).

La curiosidad, según Karl Kapp (2013), es el motor que facilita el misterio y fantasía que influyen positivamente el estado emocional del estudiante. Cuando el contenido es presentado mediante una estructura de juego, los estudiantes aprenden a medida que avanzan sobre esa misma estructura. Esto hace que se tienda a reducir el rol autoritario que a veces toma el profesor y entonces se producen relaciones más deseables, fundamentalmente la interacción entre el docente y los alumnos. Los juegos proporcionan un entorno que requiere que los estudiantes tomen sus propias decisiones y evalúen sus propios resultados. Los juegos educativos cambian el papel del docente del de un simple instructor, a un organizador o moderador de una clase. Reduce el dominio que un docente tiene sobre la misma. El profesor puede presentar el concepto en la lección y las reglas del juego y observa, mientras el alumno toma a su cargo el proceso de aprendizaje, fomentando una actividad autónoma (Martínez Sánchez y col., 2007).

Los juegos instructivos pueden también ser una herramienta de evaluación, porque expone las debilidades y fortalezas de los estudiantes. El docente evalúa mientras observa a los estudiantes. Los juegos didácticos proporcionan muchas veces una mejor forma de evaluación para cuantificar el conocimiento y las habilidades, que los métodos tradicionales. La evaluación ocurre al mismo tiempo con el proceso de juego, ya que los participantes reciben retroalimentación inmediata; saben si han respondido bien y llevan una estadística de su performance.

Para que un juego sea aceptado como medio para la enseñanza, debe poseer las siguientes características:

- Debe ser diseñado para apoyar los objetivos de instrucción establecidos.
- Debe brindar la oportunidad para que los alumnos tengan una interacción significativa con el contenido de aprendizaje.
- Debe proporcionar medios para evaluar el rendimiento del alumno para ver si se han alcanzado los objetivos de instrucción de la lección.
- Debe suministrar un medio de retroalimentación inmediata. La retroalimentación se debe dar a los alumnos lo antes posible para actuar con medidas correctivas o de remediación.

El juego debe desarrollarse en función del nivel de habilidad de los alumnos. La experiencia personal en el uso de estas herramientas nos muestra que si la tarea a realizar es demasiado difícil, los estudiantes pueden rendirse fácilmente y aburrirse si es demasiado fácil.

Continuando con el desarrollo de herramientas informáticas en el estudio de la química, se presentan varios juegos en formato digital basados en juegos tradicionales de mesa y otro de elaboración propia, que cubren algunos temas vinculados con la tabla periódica, nomenclatura, formuleo, sistemas materiales y otros. En total se presentan 19 juegos, a saber: 6 relacionados con el juego de la oca, 5 son diferentes tipos de bingos, 4 batallas navales y 4 relacionados con otras disciplinas. Como objetivo adicional se pretende facilitar a docentes el acceso a los mismos a fin de que puedan hacer una evaluación sobre las posibilidades de los mismos en sus actividades docentes cotidianas.

DESARROLLO DE JUEGOS

a) Basados en el juego de la oca

De acuerdo con Wikipedia ([https://es.wikipedia.org/wiki/ juego de la oca](https://es.wikipedia.org/wiki/juego_de_la_oca)), el juego de la oca, utilizado por muchos en nuestra niñez, es muy antiguo, y la primeras versiones datan del siglo XVI.

En el presente trabajo se presenta una adaptación libre del juego, para ser utilizado en clases de química. A diferencia con el juego de mesa, cada alumno juega individualmente en su tablero, aunque compite con todos los otros que participan en el juego. El alumno, mientras juega, revisa sus conocimientos de la materia siendo especialmente útil para poner a prueba sus fortalezas, previo a una evaluación. Paralelamente existe la competencia, siempre motivadora en los estudiantes, que combina el azar y los conocimientos, y donde se deberán considerar el número de veces que se arrojó el dado, la cantidad de respuestas correctas e incorrectas hasta llegar a la meta, con lo cual el docente determinará quien es el vencedor. En la Figura 1 se muestra una imagen del tablero de la oca digital utilizado en los programas.

Al comienzo del juego, la oca se ubica en SALIDA y va avanzando de acuerdo con los números que aparecen cada vez que se arroja el dado. Recién cuando la oca supera el casillero 11, comienzan a hacerse las preguntas. Una respuesta correcta recibe un premio para avanzar 4 casilleros mientras que la incorrecta recibe una penalización de retroceder el mismo número de casillas. Finaliza el juego para cada participante cuando se alcanza la LLEGADA (casillero 88) a través de un último tiro que haga avanzar al participante el número exacto de casilleros para alcanzar el 88. Si el número obtenido es mayor, la oca "rebota" y se deberá jugar nuevamente hasta alcanzar el número exacto para alcanzar la meta. El docente deberá elaborar algún algoritmo con los parámetros que suministra el programa para definir al ganador.

77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88 LLEGADA	
76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
0 SALIDA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Figura 1. Tablero del juego de la oca digital

Los juegos de la oca desarrollados se identifican con los códigos: S_J_13 (Formuleo y Estructura Atómica), S_J_26 (Estequiometría), S_J_27 (Equilibrio), S_J_28 (Sistemas Materiales), S_J_33 (Le Chatelier) y S_J_41 (Genérico). El juego 13 presenta preguntas más elementales y son para responder Verdadero o Falso. Los juegos 26, 27, 28 y 33 presentan varias opciones en sus respuestas y por la temática pueden ser utilizados también en un curso de química general en el nivel inicial universitario. El juego 41 (Genérico) presenta la particularidad que es el mismo docente quien elabora las preguntas de tipo Verdadero-Falso a utilizar. Por supuesto que este programa no queda limitado a la química sino a cualquier disciplina donde se puedan elaborar preguntas de este tipo.

Algunas preguntas típicas que aparecen en los juegos son:

S_J_13: El átomo de hidrógeno pesa 1g V-F

S_J_26:

¿Cuántos gramos de H hay en 46g de CH₄O?

- 2.8 g
 184 g
 0.36 g
 1.5 g
 5.8 g

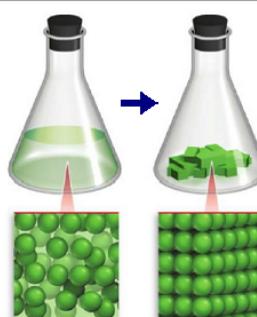
S_J_27:

- Kc para $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \leftrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ es
- A. $Kc = [\text{Na}_2\text{CO}_3][\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}]$
B. $Kc = \frac{1}{[\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}]}$
C. $Kc = \frac{[\text{Na}_2\text{CO}_3][\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NaHCO}_3]^2}$
D. $Kc = [\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}]$
E. $Kc = \frac{[\text{Na}_2\text{CO}_3][\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NaHCO}_3]}$
- a
 b
 c
 d
 e

S_J_28:

La transformación que se muestra a nivel macro y microscópico, es una:

a) Deposición.
b) Sublimación.
c) Solidificación.
d) Condensación.
e) Fusión



a b c d e c

S_J_33: Vinculado con el principio de le Chatelier

¿Qué pasa si se disminuye el Volumen?



Hacia Reactivos No cambia Hacia Productos

b) Juegos tipo "bingo"

El **bingo** (del inglés *bingo*) ([https://es.wikipedia.org > wiki > Bingo](https://es.wikipedia.org/wiki/Bingo)) es un juego de azar que consiste en un bolillero con un número determinado de bolillas numeradas en su interior. Los jugadores cuentan con fichas con números aleatorios escritos en ellas, dentro del rango correspondiente. Un locutor va sacando las bolas del bolillero, anunciando los números en voz alta. Si un jugador tiene dicho número en su cartón lo marca, y el juego continúa así hasta que alguien consigue marcar todos los números de su cartón o líneas y columnas según las reglas acordadas entre los participantes. Existen varias teorías sobre cuando empezó esta actividad, pero la mayoría de ellas la datan en el siglo XVI.

En la bibliografía existen infinidad de variantes y aplicaciones con fines educativos. En este trabajo se describen cinco programas desarrollados por el autor y basados en este tradicional juego. Los programas son S_J_02 (Bingo de símbolos_1), S_J_21 (Bingo de símbolos_2), S_J_42 (Bingo de compuestos), S_J_43 (Bingo material de laboratorio) y S_J_44 (Bingo química y sociedad).

Los juegos 2 y 21 son semejantes. Los cartones corresponden a Tablas Periódicas donde se han seleccionado 16 elementos, como se muestra en la Figura 2. En los 25 cartones disponibles hay 12 elementos ordenados en 4 columnas de 3 elementos y 15 elementos en 3 filas de 5 elementos. De esta manera se puede completar "columna o grupo", "línea o período" y "cartón lleno o tabla". El docente asignará el puntaje o premio de cada logro. Las bolas a jugar en este caso, son fichas con diferente información. En el programa 2 la ficha contiene una imagen del elemento, donde se encuentra además el símbolo del mismo y un breve

texto que el docente, que actúa como relator, puede leer o no. En el juego 21, más elemental, la ficha contiene el número atómico y el nombre del elemento, representado por un dibujo sencillo que ilustra alguna de sus propiedades o usos. En la Figura 3 se muestra la ficha de litio para cada uno de los juegos descriptos.

H																	He
Li	Be	14										B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															

Figura 2: Ficha típica del bingo



Figura 3: Bolillas típicas de los juegos S_J_2 y S_J_21

El juego S_J_42, Bingo de compuestos, guarda semejanza en su estructura con el S_J_02. Las fichas contienen el nombre e imagen del compuesto, en algunos casos con información adicional sobre sus propiedades y usos, y en los cartones figuran las fórmulas por lo que se ejercita la relación nombre-fórmula y viceversa. La Figura 4 muestra una ficha y parte de un cartón típico.

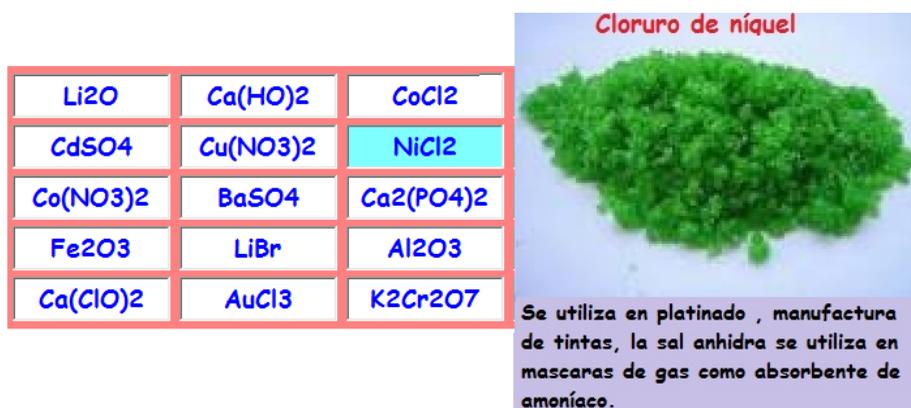


Figura 4: Ficha y bolilla típica del juego "Bingo de Compuestos"

Los juegos S_J_43 y S_J_44 son semejantes en su estructura. Ambos tienen 2 niveles: básico y avanzado. En el caso del juego 43, en el básico las fichas tienen nombre, imagen y usos del material de laboratorio que se muestra. En el avanzado no aparece el nombre y es adecuado para el proceso de evaluación. Una ficha típica para el S_J_43 se muestra en la Figura 5.



Figura 5: Bolilla típica del juego "Bingo de Laboratorio"

En el caso del juego 44, las bolillas corresponden a imágenes de materiales o procesos, que tienen conexión con la química o la física, y que son utilizados por nuestra sociedad. Por ejemplo: antibióticos, acero, papel, radioisótopos, entre otros.

c) Juegos tipo "batalla naval"

La batalla naval es un juego de mesa bastante utilizado como entretenimiento entre jóvenes y adultos. Fácil de construir no requiere de equipamiento especial: basta papel cuadriculado, lápiz y goma. En el presente trabajo se presentan cuatro actividades que son variantes del tradicional juego: S_J_04 (batalla naval de orbitales), S_J_18 (batalla naval inorgánica), S_J_46 (batalla naval periódica) y S_J_47 (batalla naval orgánica). En estos juegos se incursiona en la configuración electrónica, formuleo inorgánico, tabla periódica y formuleo orgánico.

El primero de ellos, S_J_04, es la versión digital del juego "Orbital Battleship: A Guessing Game to Reinforce Atomic Structure", desarrollado por Kurushkin y Mikhaylenko (2016), por lo que el lector interesado podrá consultar esa fuente.

Los juegos S_J_18 y S_J_47 utilizan el tablero general de la batalla naval, con 100 casilleros distribuidos en un cuadrado de 10 x 10 casillas. Los barcos son fórmulas inorgánicas y orgánicas que deben ser escritas correctamente para iniciar el juego. El docente debe revisarlas antes de autorizar el inicio. Si bien los programas recomiendan cuantos "barcos"

de distinto tamaño deben utilizarse, el docente puede modificar estas directivas. Así los "barcos" pueden ser sólo lineales o permitirse el uso de estructuras angulares. En el caso de fórmulas inorgánicas el jugador dispone de un conjunto de aniones y cationes para armar sus barcos. En la parte orgánica dispone de grupos que deben combinarse adecuadamente para formar moléculas.

En la Figura 6 se muestran partes de un tablero inorgánico y orgánico, que contienen un "barco" de 5 cuadros cada uno, a modo de ejemplo.

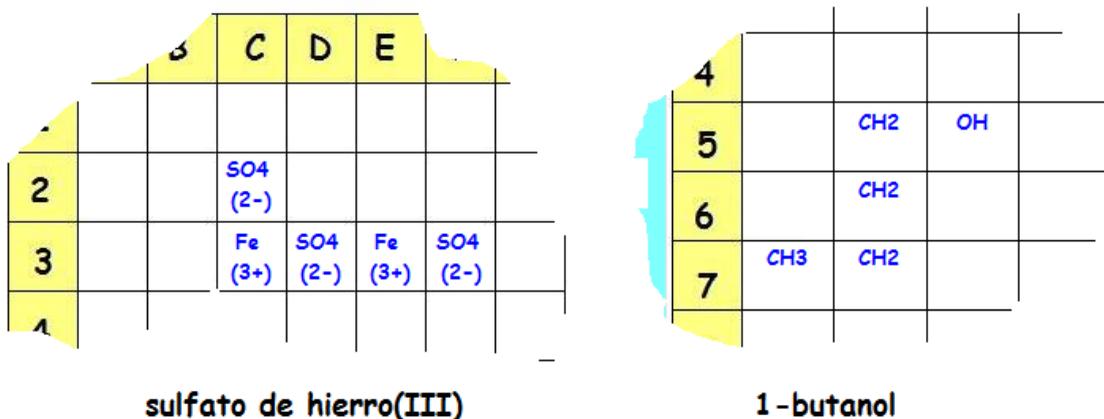


Figura 6: Fragmentos de cartones de "Batalla Naval Inorgánica y Orgánica"

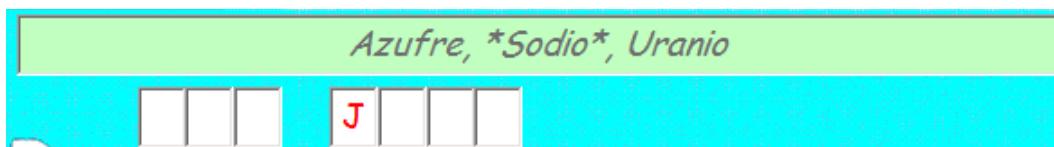
Analicemos esta parte de la flota inorgánica. Si el adversario dice C3 se debe responder impacto, Fe(3+). De esta manera se informa al contrinicante que alrededor del cuadro impactado debe haber por lo menos 3 cargas negativas, que comparten lados con ese cuadro. De esa manera podrá ir diseñando su estrategia de ataque basándose en sus conocimientos de fórmulas. Algo semejante debe darse en el tablero orgánico, mencionando siempre el grupo que fue impactado. El vencedor es quien impacta todas las partes de todas las fórmulas del oponente.

El último juego, S_J_46, Batalla naval periódica, utiliza como "campo de batalla" la tabla periódica, en lugar de la plantilla convencional. La forma de los barcos, que se logra marcando casilleros con los elementos, si bien son sugeridas por el programa, pueden modificarse a través de un acuerdo entre las partes. Es este caso en lugar de mencionar coordenadas, quien ataca puede dar el Z, grupo y período, símbolo, nombre del elemento. En este juego las respuestas serán solamente impacto, agua o hundido.

d) Juegos relacionados con otras disciplinas

Se han elaborado cuatro programas: S_J_01 (Provincias y símbolos), S_J_09 (Historia de la patria grande), S_J_38 (Vamos al zoo) y S_J_39 (Capitales de América), donde se trata de ejercitar la vinculación entre

Z, el símbolo y el nombre de los elementos de la tabla periódica. Además, se busca la interdisciplinariedad con otras materias, tales como historia, geografía, zoología. El primer programa, S_J_01 se inspiró en la propuesta "México Elemental" (Mariscal y Cano, 2008) y trata de escribir el nombre de las provincias argentinas o los países latinoamericanos utilizando símbolos y letras que se dan cuando con los símbolos no alcanza. Si en la parte de provincias argentinas se pulsa el botón que corresponde a San Juan aparece



la imagen que se muestra. Esto indica que con los símbolos de los elementos mencionados más la letra "J" se deberá escribir el nombre de la provincia. El nombre del sodio entre asteriscos, significa que las letras del símbolo del elemento deben ser invertidas. En lugar de Na se debe usar aN. La respuesta en este caso sería SaN JUaN. El programa controla el correcto uso de las minúsculas y mayúsculas. Aquí se ejercita la relación nombre => símbolo. La parte de los países latinoamericanos es semejante salvo que las letras comodines no se colocan en las casillas sino junto a los nombres de los elementos.

El juego S_J_09, Historia de la patria grande, desafía al estudiante a componer una frase de la historia latinoamericana utilizando símbolos y algunas letras comodines. En este caso la información del símbolo a utilizar se da a través de los Z, por lo que el alumno debe recurrir con frecuencia a la tabla periódica. En este juego se refuerza la relación Z => símbolo. Un problema típico se muestra en la Figura 7

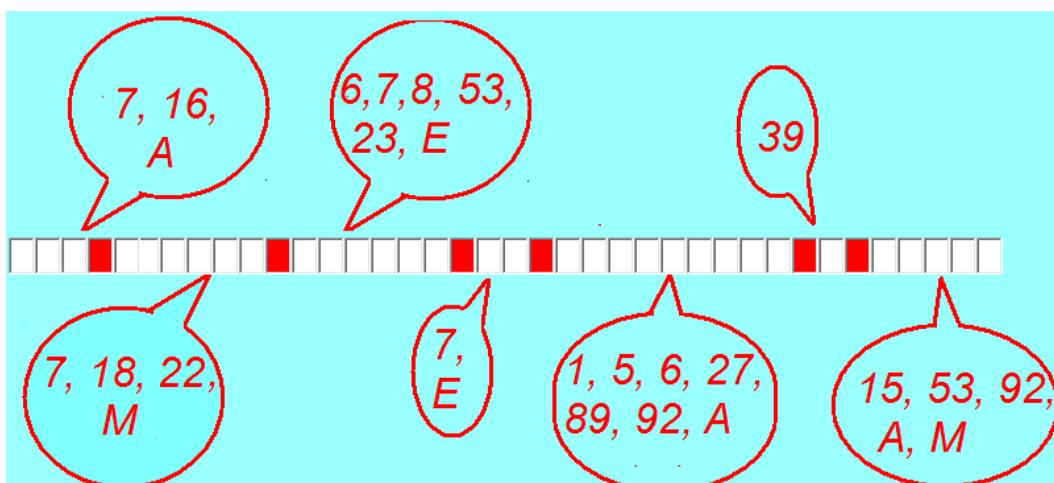


Figura 7: Una de las pantallas del juego "Historia de la Patria Grande"

Cada letra de un símbolo utiliza un casillero. Hay cinco frases relacionadas con la historia latinoamericana, que aparecen al azar cuando el alumno comienza el juego.

El juego S_J_38, "Vamos al zoo", relaciona nombre del elemento con símbolo. El alumno debe escribir el nombre del animal que se proyecta en la ficha, usando la información suministrada. Cuando el nombre del elemento aparece en rojo, se debe invertir el orden del símbolo. En la Figura 8 se muestra una ficha típica del juego. En este caso la respuesta es TiBuRON. El programa controla las respuestas.

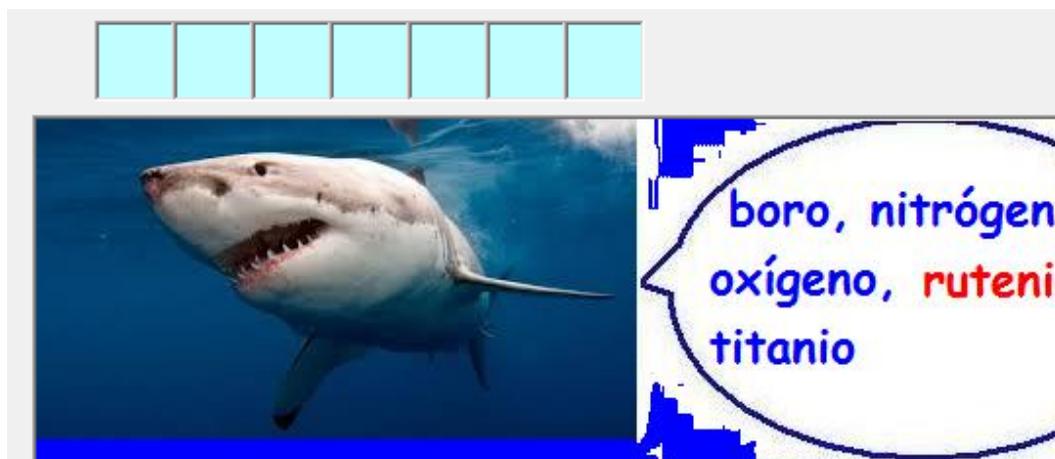


Figura 8: Bolilla típica del juego "Vamos al Zoo"

El juego S_J_39, capitales de América, requiere escribir el nombre de las capitales a través de un mecanismo similar a los juegos anteriores. El juego es un poco más complicado, ya que el participante debe recurrir muchas veces a información de la Web o de libros. Esto ocurre seguramente con las capitales de los pequeños países del Caribe, que no son generalmente muy conocidos. Una ficha típica del juego se muestra en la Figura 9.

El resultado en este caso es PaRamaRIBO. Se ve que el radio aparece normal e invertido.



Figura 9: Una de las Fichas del juego "Capitales de América"

RESULTADOS Y REFLEXIONES FINALES

Varios de estos juegos fueron presentados recientemente en diversos talleres para docentes de química y alumnos de profesorado (Baggio, 2018, 2019a,b,c). Los resultados obtenidos por el comentario en el desarrollo de las clases y a través de una simple encuesta, muestran entusiasmo por parte de los participantes en poder implementar algunas de estas actividades en sus cursos. En la Figura 10 se muestra el formato de la encuesta realizada y los resultados obtenidos (Promedio y desviación estándar, en rojo). Respondieron la encuesta 71 docentes.

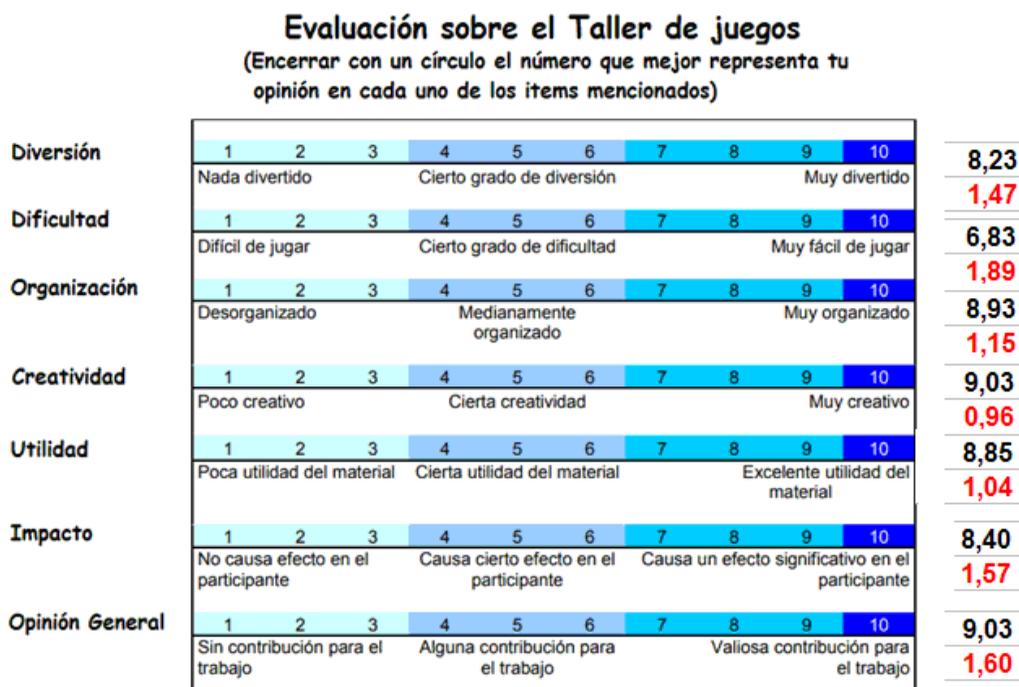


Figura 10: Encuesta

Los resultados muestran un buen grado de aceptación por parte de los docentes participantes en los talleres. En todos los casos, salvo en "Dificultad", los promedios se ubican en el cuartil más alto. El promedio obtenido en grado de dificultad, con la mayor desviación estándar, probablemente se deba a la heterogeneidad de los asistentes, que enseñaban en el nivel medio y primeros años de la universidad. Si bien la encuesta arroja resultados alentadores en lo que hace al entusiasmo del docente, no hay que olvidar que cuando llega el momento de aplicarlos, muchos exhiben una actitud reticente hacia el cambio y la tecnología (Ajaps, 2015) y no siempre el entusiasmo en los talleres se traduce en una utilización de estos materiales en sus clases. La experiencia indica también, que cuando

el capacitador está geográficamente cerca del docente, y puede interactuar con él, la posibilidad de implementación de la metodología aumenta considerablemente.

Algunos de los programas se encuentran disponibles, sin cargo y pueden ser solicitados al autor, a través del correo electrónico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajaps, S. O. (2015). Geography Education in the Google age: A Case Study of Nsukka Local Government Area of Nigeria. *21st Century Academic Conference Proceeding 2015 Conference at Harvard*.
- Baggio, S. (2018). El Rol de los Juegos en el Aprendizaje de la Química: Uso de herramientas informáticas para su implementación. Reunión de Educadores en Química REQ XVIII, Universidad Nacional del Río IV, Río IV, Córdoba, agosto 2018.
- Baggio, S. (2019a). El Rol de los Juegos en el Aprendizaje de la Química: Uso de herramientas informáticas para su implementación, Taller de 8hs reloj. UNPSJB FCN Comodoro Rivadavia, 24 de junio de 2019.
- Baggio, S. (2019b). El Rol de los Juegos en el Aprendizaje de la Química: Uso de herramientas informáticas para su implementación, Taller de 8hs reloj, 19-20 de septiembre de 2019, Resolución FI N° 0489-19. Universidad Nacional del Comahue, Neuquén.
- Baggio, S. (2019c). Las Simulaciones como un Elemento Integrador en Cursos de Química Básica Taller de 20hs reloj, 17 a 19 octubre de 2019, Universidad Nacional de la Patagonia Austral Río Gallegos, Santa Cruz.
- Kapp, K. (2013). Gamification as Learner-Centered Instruction. Retrieved from <http://karlkapp.com/gamification-as-learner-centered-instruction/>
- Kurushkin, M. y Mikhaylenko, M. (2016). Orbital Battleship: A Guessing Game to Reinforce Atomic Structure. *Journal of Chemical Education*, 93(9),1595-1598.
- Mariscal, A.J.F. y Cano, M.J. (2008). México Elemental. *Educación Química*, 19,2,172.
- Martínez Sánchez, M. M., Pérez Morfín, A. y Portillo Campos, V. E. (2007). Interactive Games in the Teaching-Learning Process of a Foreign Language. *Teoría y Praxis*, 4, 47-66.
- Rastegarpour, H y Marashi, P. (2012). The Effect of Card Games and Computer Games on Learning of Chemistry Concepts. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 597-601.

Russell, J.V. (1999). Using Games To Teach Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 481-484.

Samide, M. J. y Wilson, A. M. (2014). Games, Games, Games; Playing to Engage with Chemistry Concepts. *Chemical Education*, 14, 167-170.

Ideas para el aula

REACCIONES NUCLEARES Y RADIOACTIVIDAD: UN ABORDAJE POSIBLE DESDE EL ENFOQUE DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

Valeria Edelsztein^{1,2}, Dora Castellsaguer³

1-Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina.

2-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. 3-Cátedra de Química. Instituto Jesús en el Huerto de los Olivos, Buenos Aires, Argentina.

E-mail: valecaroedel@yahoo.com

Recibido: 16/03/2020. Aceptado 04/05/2020.

Resumen. En este artículo se plantea la utilización de la estrategia didáctica del aprendizaje basado en problemas para la enseñanza del tema "reacciones nucleares y radiactividad", uno de los contenidos básicos de química en la escuela secundaria. En el diseño de las actividades se utilizó un episodio de la historia de la ciencia para contextualizar el contenido y se tuvieron en cuenta la naturaleza abstracta del fenómeno de la radiactividad, el formalismo matemático necesario para su descripción y su repercusión en la sociedad. La experiencia se llevó a cabo en una escuela secundaria con un grupo de estudiantes de 17 años y se evaluó en función de ocho parámetros relacionados con la capacidad argumentativa, la apropiación de conocimientos, las competencias adquiridas en términos de comunicación y la motivación.

Palabras clave. radiactividad, aprendizaje basado en problemas, escuela secundaria, desarrollo por competencias

Nuclear reactions and radioactivity: a didactic proposal from the Problem-Based Learning approach

Abstract. This article poses the use of the Problem-Based Learning didactic approach for teaching the topic "nuclear reactions and radioactivity", one of the basic contents of chemistry in high school. In the design of the activities, an episode from the history of science was used to contextualize the content and the abstract nature of the phenomenon of radioactivity, the mathematical formalism necessary for its description and its impact on society were taken into account. The experience was implemented in a high school class of 17 years old students and it was evaluated based on eight parameters related to argumentative abilities, appropriation of knowledge, acquired skills in terms of communication and motivation.

Key words. Radioactivity, Problem-Based Learning, high school, competence development

INTRODUCCIÓN

Desde la didáctica de las ciencias, se considera que el conocimiento acerca de la naturaleza de la ciencia es uno de los componentes fundamentales de la alfabetización científica general (Adúriz-Bravo, Izquierdo-Aymerich y Estany, 2002). Por lo tanto, el ideal de enseñanza es acercar al estudiante a una concepción epistemológica y socio-histórica de la ciencia en el marco de desarrollos teóricos actuales, con el objetivo de generar una actitud crítica (Duschl, 1995; Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009; Henao García, 2013).

Sin embargo, los métodos tradicionales de enseñanza de la química se basan predominantemente en exposiciones orales por parte del docente hacia alumnos que las reciben de manera pasiva pese a que, como señalan Pantoja Castro y Covarrubias Papahiu (2013), existen experiencias aisladas de profesores que hacen uso de estrategias didácticas diferentes a las tradicionales para promover la comprensión y aplicación de los contenidos disciplinarios de algunas asignaturas.

En este sentido, el enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) podría aportar una perspectiva innovadora para la enseñanza de la química. Se trata de un método de aprendizaje que utiliza problemas como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos y promueve el aprendizaje autodirigido (Barrows, 1986; Ocelli y Abad, 2010; Colorado Ordóñez y Gutiérrez Gamboa, 2016).

Surgió a partir del método de estudio de casos utilizado en la Escuela de Leyes de Harvard, el cual se basa en la cooperación entre pequeños grupos de alumnos en forma interdependiente y en donde el eje del trabajo es una situación problemática (Urrutia, Hamui-Sutton, Castañeda, Fortoul van der Goes y Guevara, 2011).

Desde este enfoque, los problemas necesitan ser complejos, abiertos, realistas, multidisciplinarios y resonantes con las experiencias de los estudiantes para permitir su motivación intrínseca (Ocelli y Abad, 2010). Deben estar pensados para demandar que los alumnos realicen una búsqueda de información que les permita aprender aspectos teóricos y prácticos y desarrollar ciertas competencias, ineludibles para la construcción de la solución. De esta manera, en el enfoque ABP, el aprendizaje está centrado en los alumnos, quienes participan de forma activa y cooperativa, mientras que los docentes actúan como facilitadores o guías de apoyo en la selección de la información necesaria para resolver el problema (Barrows, 1986). Así, se corre el centro de la actividad educativa, de la instrucción a las experiencias de aprendizaje, para la consecución de objetivos enmarcados en un contexto de colaboración, de relevancia, de autodirección, de mejora continua, de uso de tecnologías recientes y de formación integral (Góngora, 2005). Esta metodología es

aplicable en todos los niveles de enseñanza posibilitando la integración y comprensión de conocimientos de diferentes áreas.

En este trabajo se propone un abordaje desde el enfoque de ABP para la enseñanza-aprendizaje del tema *reacciones nucleares y radiactividad*. Fue implementado en una institución secundaria pública de gestión privada, en la que los alumnos muestran poca motivación por el aprendizaje en ciencias.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las principales dificultades que presenta la enseñanza de la *radiactividad* en el bachillerato, al igual que ocurre con muchos de los contenidos antes de que sean impartidos en las clases, es que los alumnos tienen ideas previas o concepciones alternativas, en ocasiones científicamente erróneas, que influyen decisivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Linjse, Eijkelhof, Klaassen y Scholte, 1990; Boyes y Stanisstreet, 1994; Plotz, 2016; Lavín Puente y Minguez San José, 2017). Se ha observado, por ejemplo, que a aquellos estudiantes con fuertes concepciones alternativas sobre el tema se les dificulta apropiarse correctamente de nuevos conceptos e, incluso, readecúan la nueva información para incorporarla a sus modelos mentales científicamente erróneos (Henriksen y Jorde, 2001). Incluso, ciertas ideas científicamente erróneas persisten hacia los primeros años de la universidad (Tsaparlis, Hartzavalos y Nakiboğlu, 2013).

Por otra parte, los estudiantes se enfrentan con serias dificultades conceptuales (Millar, 1994; Prather, 2005). Por ejemplo, los conceptos de *serie radiactiva*, *tiempo de vida media* y *estabilidad nuclear* les resultan abstractos y no pueden vincularlos a otros conceptos relacionados con su cotidianidad, como por ejemplo su uso en prácticas médicas (Nakiboğlu y Tekin, 2006).

Por tal motivo, el uso del enfoque ABP se presenta como una alternativa de interés para un acercamiento novedoso y motivador a la temática.

En esta propuesta didáctica, se trabajó sobre una problemática que tuvo lugar durante las primeras décadas del siglo XX, cuando mujeres jóvenes con necesidades económicas fueron empleadas en la compañía *United States Radium Corporation*. Allí, su tarea era pintar diales luminosos para relojes usando una pintura que contenía radio y brillaba en la oscuridad. Dado que era importante tener un trazo preciso, las trabajadoras chupaban los pinceles para afinar las puntas y, de esta manera, ingerían la pintura radiactiva. Sus condiciones laborales no contemplaban ningún tipo de cuidado de la salud y, al cabo de pocos años, se detectó que un gran número de trabajadoras sufrían distintas enfermedades, entre ellas cáncer óseo que, en muchos casos, las llevó a la muerte (Ferrer Valero, 2019). Gracias a un grupo que decidió llevar adelante juicios contra la

compañía, las condiciones laborales estadounidenses mejoraron y se crearon normas de seguridad industrial (Octavio Alonso, s/n).

Dado que uno de los objetivos de la metodología ABP es promover debates científicos en las aulas (Alozie, Moje y Krajcik, 2010), parte de la propuesta incluyó una discusión argumentativa sobre el caso.

OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo de este trabajo fue el desarrollo de una secuencia didáctica desde el enfoque de ABP para la enseñanza del tema *reacciones nucleares y radiactividad* orientada a mejorar la instrucción científica en el nivel medio con respecto a la enseñanza en ciencias tradicional y su implementación con un grupo de alumnos para evaluar su efectividad. También se buscó detectar las dificultades y ventajas que presentaría la incorporación de este enfoque en la estructura curricular institucional.

PROPUESTA

La propuesta didáctica se implementó con un grupo de 14 estudiantes de 17 años de edad que cursaban 6° año de una escuela secundaria pública de gestión privada de la Provincia de Buenos Aires. A este grupo se le aplicó la metodología ABP durante ocho clases de 80 minutos cada una para la enseñanza del tema *radiactividad y reacciones nucleares*.

La propuesta didáctica se dividió en cuatro fases:

- *Fase I. Presentación del tema mediante el problema en contexto.* En primer lugar, se abordó el tema mediante un video en el que se presentó la historia de las trabajadoras la compañía *United States Radium Corporation*. Es en esta fase en donde se comenzó a indagar sobre los saberes previos o conceptos alternativos de los estudiantes.
- *Fase II. Discusión y presentación de conceptos.* Luego de ver el video se les solicitó a los estudiantes que realizaran un análisis de la situación. Para ello, debieron involucrarse en el caso e investigar para poder discutir con argumentos. Durante esta fase, la docente intervino para organizar y seleccionar actividades, aclarar dudas conceptuales y organizar al grupo para llevar adelante sus exposiciones. En esta fase se presentaron los conceptos necesarios para el desarrollo del tema *radiactividad y reacciones nucleares* que, luego, se profundizó en la Fase III.
- *Fase III. Exploración en grupos.* En la tercera fase, los alumnos se dividieron en grupos. Cada grupo abordó una problemática diferente relacionada con la temática de *radiactividad y reacciones nucleares* que, en la Fase IV, fue explicada al resto de sus compañeros (ver Tabla 1). Para el desarrollo del tema los

alumnos utilizaron cuatro clases en donde contaron con computadoras, servicio de internet y material bibliográfico adecuado. En esta etapa, se trabajó junto con las profesoras de matemática y la coordinadora del departamento de exactas. Durante las clases los alumnos fueron evaluados por la docente.

- *Fase IV. Cierre del proyecto.* En las clases sucesivas, cada grupo realizó las exposiciones de sus temáticas para sus compañeros y también para un grupo de 25 estudiantes de 14 a 15 años del mismo colegio. Se utilizó material gráfico, como pósteres y presentaciones con diapositivas, que ellos mismos confeccionaron. Además, entregaron un trabajo monográfico con los temas investigados en los cuales debían incluir la bibliografía utilizada, reflejando así el proceso investigativo llevado a cabo por cada grupo.

Tabla 1. Ejemplos de problemáticas desarrolladas por los grupos durante la Fase II.

Grupo 1	La comisión Nacional de Energía atómica (CNEA) desarrolla un gran número de aplicaciones de los isótopos radiactivos. Visiten la página web de la CNEA e investiguen acerca de cuáles son las aplicaciones médicas referidas al diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Busquen información sobre los problemas de salud que sufrieron las operarias de la <i>United States Radium Corporation</i> . Establezcan una relación entre ambos fenómenos. ¿Cómo podrían vincularlos?
Grupo 2	Algunos insectos, como la mosca de la fruta, se reproducen solo sexualmente. Considerando esto, se desarrolló un método de control de plagas cuyo fundamento es la irradiación de larvas de estas especies para que los machos sean estériles. Cuando estos son liberados en las áreas seleccionadas, la fecundación es inviable y esto disminuye drásticamente la población por varias generaciones. ¿Cuáles son las razones por las que este método se considera más amigable con el ambiente que el uso de insecticidas? ¿Cómo podrían vincular la exposición a la radiación con la infertilidad? ¿Y con las enfermedades que desarrollaron las operarias de la <i>United States Radium Corporation</i> ?

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA PROPUESTA

A lo largo de la propuesta, se emplearon varios instrumentos para valorar los conocimientos sobre la disciplina mostrados por los alumnos y, también, sus actitudes y valores hacia la nueva temática. Esta variedad de instrumentos permitió integrar varias dimensiones como el aprendizaje, la motivación y el trabajo en equipo (Bisquerra, 1996; Stake, 1999; Pantoja Castro y Covarrubias Papahiu, 2013).

Durante la investigación, se contemplaron evaluaciones cualitativas basadas en las observaciones que los docentes intervinientes realizaron

durante las clases. También se registraron las exposiciones orales de los alumnos y se evaluaron las monografías que los alumnos presentaron al finalizar la secuencia didáctica. Los registros fueron escritos y por grabaciones de audio.

Para la evaluación del éxito de la propuesta didáctica se tomó en cuenta el desempeño individual y colectivo de los alumnos durante todo el proceso en función de los siguientes ocho parámetros:

- a. *Actitud crítica.* Análisis del progreso en función de los comentarios de los estudiantes antes y después de la presentación del video y a lo largo del trabajo grupal.
- b. *Argumentación.* Evaluación de la mejora en la habilidad argumentativa de los estudiantes con el progreso de la unidad didáctica. Capacidad de fundamentar sólidamente sus exposiciones y distinguir hechos de opiniones.
- c. *Contenidos.* Análisis del desempeño de los alumnos registrado durante las clases y su capacidad de incorporar y utilizar los contenidos trabajados para aplicarlos a la situación problemática.
- d. *Comunicación entre pares.* Evaluación de la comunicación entre pares y la capacidad de llevar a cabo un trabajo colaborativo, lidiar con desacuerdos y arribar a conclusiones coherentes y en consenso.
- e. *Motivación.* Registro de la actitud hacia la materia y la motivación por investigar y apropiarse de los conocimientos por parte de los estudiantes.
- f. *Diseño de trabajo.* Análisis de la exposición de los alumnos. Evaluación de los pósteres y las presentaciones con diapositivas en función de su distribución de contenidos y coherencia.
- g. *Comunicación de resultados.* Riqueza y especificidad del vocabulario utilizado por los alumnos en las clases expositivas, su poder de síntesis y la habilidad para comunicar los conocimientos adquiridos a otros grupos de alumnos. Evaluación de la calidad y claridad de las explicaciones durante la exposición oral.
- h. *Escritura.* Evaluación de los trabajos monográficos entregados por los distintos grupos según el dominio del tema, la claridad de la escritura, el análisis y búsqueda de datos y la bibliografía presentada.

Estos resultados se compararon con aquellos obtenidos en otros temas de la misma materia, en donde no se aplicó la metodología de ABP (San Martín Cantero, 2014). Para cada parámetro evaluado se determinó si se registraban o no mejoras en el desempeño de los estudiantes con

respecto a los métodos tradicionales de enseñanza (MTE). En todos los casos se observaron mejoras en los estudiantes: notables en cuanto a la argumentación, la motivación, la comunicación entre pares y la actitud crítica; más leve en relación a los contenidos y al aspecto comunicacional de la investigación grupal, tanto oral como escrita. Esta clasificación fue realizada por la docente a cargo del grupo y se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Evaluación comparativa del progreso de los estudiantes.

	Sin mejora respecto a MTE	Leve mejora con respecto a MTE	Mejora notable con respecto a MTE
Actitud crítica			x
Argumentación			x
Contenidos		X	
Comunicación entre pares			x
Motivación			x
Diseño de trabajo		x	
Comunicación de resultados		x	
Escritura		x	

En la Fase I de la actividad quedó en evidencia que la mayoría de los estudiantes desconocían qué es un elemento radiactivo y los efectos de la exposición prolongada a la radiación, como así también los acontecimientos históricos relacionados con la temática. En general, se observó que habían oído acerca del accidente ocurrido en Chernobyl, pero carecían de información concreta. Por otra parte, al indagarse sobre los rayos X y su uso en medicina nuclear, se evidenció nulo conocimiento al respecto.

Durante el desarrollo de la propuesta didáctica, los estudiantes incorporaron conocimientos relacionados a qué es un elemento radiactivo, tipos de radiación, desintegración radiactiva, datación con carbono-14, aplicaciones de la radiactividad en el área de salud y alimentos, entre otros conceptos. El manejo de los contenidos se hizo explícito no solamente en las exposiciones orales sino también en los pósteres presentados y se reflejó en los trabajos monográficos.

A modo de ejemplo, se mencionan a continuación algunos extractos de las exposiciones orales de los estudiantes que también se vieron reflejadas en las monografías escritas:

- *“La CNEA desarrolla nuevas aplicaciones para la medicina nuclear. La radiación ayuda un montón en lo médico porque da diagnostico antes de que se presenten síntomas en los pacientes. Es solo necesario tomar un líquido o una inyección*

(...) y después te da un diagnóstico completo que ayuda a prevenir enfermedades o curarlas antes de que ya sean graves. (...) Los desechos de esta actividad pueden ser muy dañinos tanto para el medio ambiente como para la salud de las personas. Por eso, hay que tener un buen control y gestión de los residuos que se desechan. Depende de la vida media y de las propiedades químicas y físicas de los elementos. Los que tienen tiempos de vida media larga son los más dañinos. (...) Para finalizar y relacionar con lo que pasó con las chicas del radio, si te exponés tiempos prolongados a radio-226 como las chicas en la fábrica, puede pasar que la radiación gamma penetre tu cuerpo y dañe células somáticas". (Grupo 1).

- *"Los rayos gamma son de alto nivel de energía (...) una radiación ionizante y penetran mucho más la materia que la radiación alfa y beta; afectan un montón a las células (...) (...) Se usan rayos gamma para irradiar a las moscas de la fruta. Lo que hacen es agarrar todas las larvas, que crezcan, se alimenten y las someten a radiación gamma. Esta hace que cuando sean adultas sean estériles (...) y, a medida que pasan las generaciones, disminuye la especie amenazante. (...) Respecto de la comparación con las mujeres del radio, (...) estas moscas sufrieron una menor exposición a la radiación que las mujeres. Cuando ellas ingerían radio, la radiación afectaba a los átomos y a las moléculas y al afectarlas... en el cuerpo tenemos estructuras muy complejas y cuando esas estructuras son modificadas, nuestro cuerpo sufre enfermedades, deformaciones o infertilidad". (Grupo 2).*

Las monografías le permitieron a la docente evaluar y comparar el resultado frente a otros trabajos en los que no se utilizó la metodología del ABP. La evaluación llevada a cabo fue del tipo formativa, centrada en la incorporación reflexiva de nuevos conocimientos con respecto a la temática.

Se observó una mejoría notable en cuanto al desarrollo y comunicación del tema como así también la capacidad argumentativa, comparado con la enseñanza tradicional. En particular, esto se hizo evidente durante las exposiciones orales en donde cada grupo, al tomar un rol protagónico, pudo apropiarse en forma significativa de los nuevos conocimientos reemplazando así al sistema memorístico tradicional. Las discusiones entre los grupos ayudaron a mejorar la dinámica expositiva y la presentación de los trabajos.

Adicionalmente, fue notable el cambio de actitud de los estudiantes. Mostraron motivación por investigar la situación problemática asignada y un fuerte compromiso durante el proceso, algo poco habitual en este grupo de alumnos, con escaso interés por la materia.

Para poder llevar a cabo de manera efectiva las exposiciones, los estudiantes debieron adaptar los contenidos y así poder explicarlos a un grupo de alumnos de 14-15 años atendiendo al contexto histórico e integrando conocimientos físico-matemáticos de manera transversal. Esto último fue especialmente importante al discutir las curvas de decaimiento radiactivo.

CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó el desarrollo de una propuesta didáctica desde el enfoque de ABP para la enseñanza-aprendizaje del tema *reacciones nucleares y radiactividad*. Se implementó con un grupo de 14 estudiantes del último año de una escuela secundaria pública de gestión privada. En comparación con enfoques tradicionales de enseñanza, se observaron mejoras actitudinales, en el desarrollo de competencias y en la apropiación de contenido por parte de los alumnos, posicionándose como un abordaje prometedor para la enseñanza de la química, una disciplina que requiere cierto grado de abstracción para su comprensión (Pantoja Castro y Covarrubias Papahiu, 2013).

La implementación del ABP como estrategia didáctica originó una actitud positiva en los estudiantes, propiciando la motivación y, por lo tanto, la necesidad de apropiarse de nuevos conocimientos (Otero, 2006; Marbà y Márquez, 2010; Mellado, 2014; Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015; Carrió y Costa, 2017). Esto se evidenció a partir del registro en clases y los trabajos de investigación presentados.

Por otra parte, también se observó una actitud crítica y reflexiva hacia la temática por parte de los estudiantes, competencia deseable de desarrollar durante el proceso de aprendizaje. Es importante destacar que, para poder generar esta mirada crítica con respecto a los temas de ciencias en el aula, la escuela debe fomentar el trabajo interdisciplinario. La metodología ABP presenta una buena oportunidad para ello ya que estimula la comunicación entre pares y trabaja temáticas transversalmente permitiendo la participación de diversos docentes de otras disciplinas. En este caso, la principal dificultad encontrada fue, justamente, la organización del trabajo interdisciplinar acorde a los tiempos disponibles de cada docente.

Pese a las dificultades organizativas, en este trabajo se muestra que la implementación de alternativas pedagógicas fundadas en ejes problematizados para la enseñanza de la química es posible sin realizar modificaciones curriculares en la organización de asignaturas y contenidos. Este abordaje admite la incorporación de otras estrategias, como el estudio de casos y el método por proyectos, lo cual permite explorar a través de la investigación-acción, fomentando la mejora continua de la práctica docente y, por ende, los beneficios educativos para los estudiantes (González Frías y Castro López, 2011).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A., Izquierdo-Aymerich, M. y Estany, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 465-476.
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales, *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4, 40-49.
- Alozie, N. M., Moje, E. B. y Krajcik, J. S. (2010). An analysis of the supports and constraints for scientific discussion in high school project-based science. *Science Education*, 94(3), 395-427.
- Barrows, H. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods, *Medical Education*, 20, 481-486.
- Boyes, E. y Stanisstreet, M. (1994). Children's ideas about radioactivity and radiation: sources, mode of travel, uses and dangers. *Research in Science y Technological Education*, 12(2), 145-160.
- Carrió, M. y Costa, M. (2017). ¡Ha desaparecido un ratón! ¿Nos ayudáis a buscar al culpable? Análisis del impacto didáctico y emocional de un encargo ficticio. *Enseñanza de las ciencias*, 35 (3), 151-173.
- Colorado Ordóñez, P. y Gutiérrez Gamboa, L. A. (2016). Estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación Superior. *Revista Logos, Ciencia y Tecnología*, 8 (1) ,148-158.
- Duschl, R. A. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(1), 3-14.
- Ferrer Valero, S. (2019). Las chicas del radio: una historia de injusticia laboral. *Clío: Revista de historia*, (209), 46-49.
- Góngora, J. J. (2005). La autogestión del aprendizaje en ambientes educativos basados en el alumno. *Boletín del Modelos Educativo, Tecnología de Monterrey*, 9,3: Recuperado el 16 de marzo de 2020, de <http://sitios.itesm.mx/va/dide2/documentos/autogestion.pdf>.
- González Frías, M. T. y Castro López, A. (2011). Impacto del ABP en el Desarrollo de la Habilidad para Formular Preguntas de Aprendizaje en Estudiantes Universitarios. *REDU Revista de Docencia Universitaria*, 9 (1), 57-65. Recuperado el 16 de marzo de 2020, de <http://redaberta.usc.es/redu/index.php/REDU>
- Henao García, J. J. (2013). *Enseñanza y aprendizaje del concepto naturaleza de la materia mediante el aprendizaje basado en problemas*.

Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia.

- Henriksen, E. K. y Jorde, D. (2001). High School Students' Understanding of Radiation and the Environment: Can Museum Splay a Role? *Science education*, 85 (2), 189-206.
- Lavín Puente, M. C. y Minguez San José, R. (2017). Diseño de actividades para el aprendizaje de la radioactividad en bachillerato. *Tabanque. Revista Pedagógica*, 30, 159-182
- Linjse, P. L., Eijkelhof, H. M. C., Klaassen, C. W. J. M. y Scholte, R. L. J. (1990). Pupils' and mass-media ideas about radioactivity. *International Journal of Science Education*, 12(1), 67-78.
- Marbà, A. y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19-30.
- Marchán-Carvajal, I. y Sanmartí, N. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Educación química*, 26(4), 267-274.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Millar, R. (1994). Students' understanding of key ideas radioactivity and ionizing radiation. *Public Understanding of Science*, 3, 53-30.
- Nakiboğlu, C. y Tekin, B. B. (2006). Identifying students' misconceptions about nuclear chemistry: A study of Turkish high school students. *Journal of Chemical Education*, 83, 1712-1718.
- Occelli, M. E. y Abad, J. V. (2010). Formación de docentes a través de la resolución de un problema biotecnológico en un ambiente de aprendizaje colaborativo mediado por computadoras. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 1(1), 37-49.
- Octavio Alonso, L. L. (s/n). La oscuridad de las brillantes chicas del radio. *Cienciorama*.
- Otero, M. R. (2006). Emociones, sentimientos y razonamientos en Didáctica de las Ciencias. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 1(1), 24-53. Recuperado el 16 de marzo de 2020, de <http://www.exa.unicen.edu.ar/>

- Pantoja Castro, J. C. y Covarrubias Papahiu, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas. *Perfiles educativos*, 35, (139). Recuperado el 16 de marzo de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982013000100007&lng=es&tlng=pt
- Plotz, T. (2016). Students' conceptions about radiation and what to do about them. *Physics Education*, 52 (1).
- Prather, E. (2005). Students' beliefs about the role of atoms in radioactive decay and half-life. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 345–354.
- San Martín Cantero, D. (2014). Teoría fundamentada y Atlas.ti: recursos metodológicos para la investigación educativa. *Revista electrónica de investigación educativa*, 16, (1), 104-122. Recuperado el 16 de marzo de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412014000100008&lng=es&tlng=es.
- Tsaparlis, G., Hartzavalos, S. y Nakiboğlu, C. (2013). Students' Knowledge of Nuclear Science and Its Connection with Civic Scientific Literacy in Two European Contexts: The Case of Newspaper Articles. *Science y Education*, 22, 1963–1991. Recuperado el 16 de marzo de 2020, de <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9578-5>
- Urrutia, M., Hamui-Sutton, A., Castañeda, S., Fortoul van der Goes., T. y Guevara, R. (2011). Impacto del aprendizaje basado en problemas en los procesos cognitivos de los estudiantes de medicina, en *Gaceta Médica de México*, 147, 385-393.

Ideas para el aula

ENSEÑAR QUÍMICA EN TIEMPOS ANORMALES

Andrea S. Farré

Universidad Nacional de Río Negro. Profesorado de Nivel Medio y Superior en Química. Didáctica de la Química I y II, y Práctica de la Enseñanza. Río Negro, Argentina.

E-mail: asfarré@unrn.edu.ar

Recibido 02/05/2020. Aceptado 01/06/2020

Resumen. A veces la enseñanza de la Química resulta difícil. Más difícil es en tiempos en que debemos dejar lo presencial para pasar a lo virtual de un día para otro. Con ADEQRA queremos acompañar a los y las docentes en esta tarea. Es por eso que presentamos en este artículo recursos para la enseñanza y para pensar la enseñanza de la Química en los tiempos anormales. Incluimos entre ellos: laboratorios virtuales, simulaciones, animaciones y videos. Además hacemos una breve descripción de los mismos. También presentamos una lista de sitios de videos de conferencias y seminarios que sirven para pensar cómo enseñar Química en tiempos del coronavirus.

Palabras clave. Enseñanza de la Química, Recursos, Coronavirus

To teach Chemistry in abnormal times

Abstract. Sometimes teaching Chemistry is difficult. Moreover, it is more difficult when we must leave the classroom to go online, from one day to another. With ADEQRA, we want to accompany teachers in this task. That is why we present in this article, resources for teaching and for thinking about teaching Chemistry in abnormal times. We include among them: virtual laboratories, simulations, animations and videos. We also make a brief description of them. We also present a list of video conferences and webinars to help you to think about teaching Chemistry in times of coronavirus.

Keywords. Teaching Chemistry, Resources, Coronavirus.

"Las decisiones que en tiempos normales pueden tomar años de deliberaciones, se toman en pocas horas. Tecnologías inmaduras y hasta peligrosas se ponen al servicio, porque el riesgo de no hacer nada es todavía mayor. Países enteros son tomados como conejillos de indias en experimentos sociales a gran escala. ¿Qué pasa cuando todos trabajan desde su casa y la comunicación es solamente a distancia? ¿Qué pasa cuando escuelas y universidades completas trabajan online? En tiempos normales gobiernos, autoridades de empresas y de educación nunca hubieran estado de acuerdo con llevar a cabo tal experimento. Pero estos no son tiempos normales."

(Harari, 2020, la traducción es nuestra).

El día 20 de marzo del corriente año el historiador y filósofo Yuval Noah Harari se animaba a pensar cómo sería el mundo después del coronavirus SARS-CoV-2 en una nota que se publicó en el *Financial Times*. Ahí sostenía que esta tormenta pasará pero que las decisiones que tomemos ahora pueden cambiar nuestras vidas en los años venideros. Una de las decisiones que seguramente cambie la vida de los/as docentes para siempre es justamente la que se hacía referencia en la cita, la de la enseñanza virtual.

Así los/as docentes hemos visto multiplicado nuestro trabajo. Mientras la curva de contagios se achataba lo que crecía exponencialmente eran las horas que pasábamos frente a las computadoras, celulares o tablets, tratando de planificar y llevar a cabo alguna clase más o menos decente. Un cambio que además tuvimos que hacer de un día para otro. En la mayoría de las provincias argentinas, en el mejor de los casos, apenas nos habíamos encontrado con nuestros/as alumnos/as cuando tuvimos que pasar a trabajar virtualmente. Si bien esto fue denunciado por las agremiaciones, y reconocido por el mismo Presidente (Figueroa Díaz, 2020) lo único que se flexibilizó fue la acreditación de los saberes de los/as estudiantes (salvo en algunos casos del nivel superior), y esto fue más por las desigualdades socio-económicas y la brecha digital que por el trabajo que implica para el colectivo docente. No importa que de acá en más cambie la imagen de los/as docentes en la sociedad y que nos reconozcan más, el exceso de trabajo y la incertidumbre de cómo hacerlo se hicieron sentir.

Como además advierte Meirieu (2020) -quien por cierto es más escéptico de que se produzcan cambios luego de la pandemia y piensa que si suceden no necesariamente implicarían un mundo y una educación mejores- las herramientas digitales se basan en su mayoría en una lógica individual y técnica. Por lo que a profesores y profesoras que quizás no tengan una formación adecuada (considerando además el escaso tiempo de planificación) les resulte casi imposible construir ese espacio-tiempo colectivo con los/as alumnos/as. Sin contar que como ya todos sabemos, lo que ha hecho la tecnología fue visibilizar aún más las desigualdades, materiales, sociales, culturales, y psicológicas. Y es imposible, construir ese espacio-tiempo si los y las estudiantes, o incluso algunos/as de los/as docentes no tienen acceso a Internet o cuentan en la casa con un solo medio para conectarse.

Con una visión menos tecnofóbica, Follari (2020) señala, citando a Castells, que podemos aprovecharnos de lo que este último autor llama "virtualidad real". Es decir, nuestros/as alumnos/as son reales, incluso a pesar de que los/as veamos, en el mejor de los casos, en los cuadritos de la pantalla que muestra el Zoom o el Meet o el Jitsi. También están en cada una de las producciones que nos mandan, las participaciones en

los foros y los mensajes de Whatsapp a cualquier hora del día. Y es con estos/as estudiantes virtuales reales que construimos un vínculo durante este tiempo de confinamiento.

Pero como sabemos esto todavía no ha terminado, porque la presencialidad aunque se vaya recuperando por provincias o por ciudades y que difiera en función de los niveles educativos, tampoco va a ser total. Seguramente en lo que queda de este año deberemos seguir en formatos más o menos híbridos. Veremos, entonces, qué estructura resonante será la más contribuyente.

Fuera de la analogía, e independientemente de la forma híbrida, como sostiene Dussel (2020) la enseñanza seguirá implicando un espacio-tiempo en donde se trabaje con un conocimiento específico, con lenguajes específicos, que en nuestro caso serán los de la Química. También, con una finalidad que es que las nuevas generaciones no tengan que empezar de nuevo. Entonces, como siempre la tarea que tenemos los/as docentes es la de ayudar a nuestros/as alumnos/as a subirse, como dice la frase que popularizara el Google Académico, a hombros de gigantes. Y esta ayuda, este que-hacer nuestro de cada día de la enseñanza de la Química, la comunicación de lo que implica esta disciplina, como sostiene esta investigadora de la educación es un acto básico de cuidado. Es mediante la enseñanza, de esa co-construcción de significados compartidos referentes a un contenido específico que nos vinculamos con nuestros/as alumnos/as.

Este cuidado, este vínculo lleva a pensar en el sentido de lo que enseñamos, y en rescatar ciertos saberes o contenidos básicos de la Química. Así para este tiempo anormal, quizás nos tendríamos que quedar con los contenidos básicos imprescindibles, es decir los que de no enseñarse "condicionan el desarrollo personal y social del alumnado afectado, comprometen su proyecto de vida futuro y lo sitúan en una situación de claro riesgo de exclusión social" (Coll y Martín, 2006, p. 11).

En el caso de la escuela secundaria argentina, podemos volver a revisar los núcleos de aprendizaje prioritarios. También, algunas pistas nos dio en estos días Talanquer (2020) quien señaló que para enseñar a pensar en Química habría que seleccionar algunas ideas básicas o estructurantes o como él los llamó: "mecanismos fundamentales", que consisten en: transformación de la materia, transferencia y transformación de energía, activación, estabilización, equilibración. Si bien este investigador señala estas ideas para el caso de la Química introductoria del nivel superior, pueden servir también para pensar el qué enseñamos en el nivel medio.

Estos contenidos irrenunciables deberían resultar un desafío alcanzable para nuestros/as estudiantes pero no por eso tienen que implicar un

sin sentido. Habría que construir una propuesta pedagógica que se estructure desde estas cuestiones centrales, porque no se enseña “revo- leando contenidos y recursos” (Maggio, 2020). En este sentido, debieran plantearse desde problemas contextualizados, desde un evento concre- to, motivador y demandante, que impliquen además del aprendizaje de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales relacionados con la práctica científica (o sea a construir capacidades, habilidades y/o competencias, salvando las discusiones políticas que conllevan todos es- tos términos). Además, que lleven a responder preguntas como las que ya hacía este mismo autor hace varios años, las que dan cuenta de los mecanismos fundamentales (Talanquer, 2009, p. 226):

- “¿Cómo distinguimos a las sustancias que nos rodean?
- ¿Cómo determinamos su estructura?
- ¿Cómo predecimos sus propiedades?
- ¿Cómo las sintetizamos?
- ¿Cómo analizamos los cambios químicos?
- ¿Cómo predecimos dichos cambios?
- ¿Cómo los controlamos?
- ¿Cómo aprovechamos la energía que generan?”

En este contexto de COVID-19, dependiendo del nivel, además de tra- bajar con las formas de desinfección podríamos trabajar por ejemplo so- bre los mejores materiales para producir tapabocas caseros (CONICET, 2020, Jansen, 2020) y analizar la relación estructura-función de las sus- tancias, las diferencias entre monómeros y polímeros y la estructura de diferentes tipos de polímeros que hace que puedan ser fibras o polvos.

Puede no utilizarse este ejemplo concreto, pero para que los problemas sean motivantes es recomendable que estén relacionados con el medio ambiente, la alimentación, el bienestar, la salud, la pobreza y el agua (Hernández, 2020, Talanquer, 2020). Sobre estos dos últimos temas podemos ver horas y horas de noticiero y analizar desde la Química las mejores formas de obtener y conservar agua que sea apta para el con- sumo humano y para higienizarse cuando solamente se disponen por ejemplo de canillas comunitarias. En esta línea, el trabajo realizado por el laboratorio Ríe Pibito¹ de la Universidad Nacional de Rosario puede servirnos de inspiración.

Porque de eso se trata también, los contenidos irrenunciables no de- berían quedar como temas y prácticas aisladas, como una sucesión de tareas sin un hilo conductor. O solo un hilo conductor con tareas que

1 La página del laboratorio es: <http://www.riepibito.gob.ar/>

impliquen solamente la reproducción. Sino más bien debieran seguir una secuenciación tanto en cuanto a los contenidos conceptuales que se traten como en los niveles de capacidades cognitivas que se pongan en juego (Couso y Adúriz-Bravo, 2016). También en la virtualidad los contenidos, los recursos se deberían enlazar en una secuencia didáctica. Porque en la enseñanza no hay un qué enseñar sin un cómo, ni un cómo sin un qué.

Esta tarea del qué y el cómo en este momento queda en manos de los/as docentes de Química. En esta introducción dimos algunas ideas para que ahora y a la vuelta a la presencialidad híbrida la enseñanza de la Química cambie para mejor. Como decíamos, seguramente la virtualidad va a seguir durante este año, y desde ADEQRA en el momento en que empezó el aislamiento social preventivo y obligatorio quisimos alivianar un poco la búsqueda de recursos. Así en nuestro Facebook² fuimos publicando algunas páginas donde encontrarlos, algunas conferencias y trabajos que nos ayuden a pensar el cómo de la enseñanza. En lo que sigue en un primer apartado vamos a continuar con la enumeración, descripción y recomendaciones para el uso de recursos para que los/as docentes puedan enseñar Química sin dibujar en la pizarra blanca o el viejo y querido pizarrón del aula o sin ir al laboratorio. Luego, con esta idea con la que empezábamos de que el mundo, y por lo tanto la enseñanza y la educación después de que pase la pandemia no serán los mismos, recomendaremos algunas conferencias y seminarios que se desarrollaron en estos días motivados por la COVID 19.

RECURSOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Han pasado los días en que pensábamos que con un recurso TIC teníamos la clase resuelta. Una de las primeras cosas de las que deberíamos ser conscientes es que al usar las TIC estamos empleando más que un nuevo medio, un soporte, con el que se comunica el contenido. Como señala Pozo (2020) la forma en que se representa del contenido va a posibilitar diferentes aprendizajes, debido a que las representaciones externas reformatean la mente y reestructuran las representaciones implícitas o intuitivas, generando nuevos conocimientos, capacidades o competencias. Quizás en estos contextos debiéramos trabajar con diferentes representaciones, para posibilitar que las representaciones internas que se construyan sean más complejas.

Otro aspecto que tenemos que tener en cuenta es que este tipo de recursos, como decíamos, deben integrarse en una secuencia didáctica. Para hacerlo el/la docente debería recurrir a su conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK, Koehler, Mishra y Cain, 2015). Un ejemplo de esta forma de trabajar lo podemos ver en el trabajo de

² Se puede acceder en la siguiente dirección: <https://www.facebook.com/Adeqra-100140651380745/>

Deltesse y cols. (2019) en esta misma revista. Ellos/as describen la forma en que se puede diseñar e implementar una secuencia didáctica para la enseñanza de gases en el contexto de este modelo.

En tanto, el grupo de Judi Harris³ que investigan sobre el TPACK ha analizado las diferentes tecnologías que pueden utilizarse en las diferentes tareas y actividades que se llevan a cabo en las clases de ciencias y esto está disponible en español⁴. También este grupo ha diseñado una rúbrica para evaluar la integración de las TIC de manera que la secuencia didáctica nos sea tecnocéntrica, sino que se emplee la tecnología por lo que potencia⁵.

En esta línea, en estos días Carla Hernández (2020), y antes López Simó y cols. (2017), señalaban muchas de las habilidades y capacidades experimentales pueden adquirirse utilizando TICs. Es decir, se puede indagar, porque podemos controlar variables, observar, medir en el mundo virtual. Para hacerlo podemos valernos de **laboratorios virtuales** gratuitos, con los que se pueden trabajar virtualmente con aparatos de laboratorio y en algunos casos analizar gráficos y visualizar el nivel sub-microscópico (Tabla 1).

Tabla 1. Laboratorios virtuales

Recurso	Descripción
<p><i>Model ChenLab</i> https://www.modelscience.com/products_sp.html</p>	<p>Tiene una versión de evaluación que es gratuita que está en español y se puede bajar fácilmente. Con esta versión se puede trabajar muchos procedimientos de la Química: gravimetría, titulaciones, determinación de calor específico, cinética química, cristalización fraccionada y análisis del equipamiento del laboratorio.</p>
<p><i>Virtual Lab</i> http://chemcollective.org/vlab_download</p>	<p>Antes se podía trabajar online, pero como la página está usa el <i>plug in</i> de Java, ahora hay que descargarlo. Lo bueno de la versión que se descarga es que está en español. Se puede trabajar estequiometría, termoquímica, equilibrio, ácido-base, electroquímica y redox, y técnicas analíticas. Este programa no trae prácticas pre-establecidas. Un dato más en la misma página hay animaciones y simulaciones, aunque muchas de ellas también están hechas para correr en Java.</p>
<p><i>Virtual Chemistry Laboratory</i> https://chemistry.dortikum.net/en/home/</p>	<p>Se puede descargar una versión gratuita en inglés. Con este programa se pueden realizar algunas prácticas en función de las sustancias y reacciones que hay en su base de datos.</p>

³ La dirección del grupo es: <https://activitytypes.wm.edu/>

⁴ Se puede descargar de: <https://activitytypes.wm.edu/ScienceLearningATs-Feb-2011Spanish.pdf>

⁵ La misma también está en español y puede encontrarse en el siguiente sitio: <https://activitytypes.wm.edu/Assessments/TechIntegrationAssessmentRubricSpanish.pdf>

<p><i>Laboratorio Virtual</i> http://labovirtual.blogspot.com/p/quimica.html</p>	<p>Para trabajar online, se puede visitar el laboratorio virtual creado por el Profesor Salvador Hurtado Fernández. Está especialmente diseñado para la enseñanza en el nivel medio y se trabaja principalmente a nivel macroscópico y en algunos casos pueden visualizarse gráficos.</p>
<p><i>Contenidos Educativos Digitales</i> https://conteni2.educarex.es/</p>	<p>Laboratorios virtuales, simulaciones, y materiales para la enseñanza en los distintos años de la escuela secundaria. Realizados y recopilados por la Junta de Extremadura, España.</p>
<p><i>Learning by Simulations</i> http://www.vias.org/simulations/simu_chem.html</p>	<p>Simulaciones realizadas por Hans Lohninger del Instituto de Tecnologías Químicas y Analíticas de la Universidad de Tecnología de Viena. Son pocas simulaciones pero permiten la experimentación con espectrómetros de masa, espectros de emisión y absorción atómica, cromatogramas, entre otras. Es decir son adecuados para la enseñanza en el nivel superior. Se trata de programas ejecutables que se bajan rápidamente a la computadora y su interface está en inglés.</p>

En la tabla 2 incluimos ejemplos de páginas en las que podemos encontrar **simulaciones** y que también nos sirven para la indagación.

Tabla 2. *Simulaciones*

Recurso	Descripción
<p><i>PhET INTERACTIVE SIMULATIONS</i> de la Universidad de Colorado Boulder https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry</p>	<p>La mayoría de los y las docentes conocemos las simulaciones de PhET ya que generalmente las hemos utilizado antes de la pandemia. Sabemos que en algunas de ellas se utilizan analogías, en muchas de ellas se representa el nivel macroscópico, y en la mayoría se modeliza el nivel submicroscópico y a la vez permiten analizar y controlar variables. Además muchas de ellas se pueden insertar en páginas, no sólo es necesario bajarlas. Sin contar que cada una de ellas además tienen propuestas de secuencias didácticas, algunas de las cuales, incluso están en español.</p>
<p><i>Chem Demos</i> https://chemdemos.uoregon.edu/</p>	<p>Por un tiempo nos preocupamos porque las simulaciones y animaciones que estaban en la página de la Iowa State University habían desaparecido. Ya no tenemos que hacerlo porque desde hace unos pocos años, el Profesor Thomas Greenbowe está trabajando en la University of Oregon y sus simulaciones y demás recursos se mudaron con él. Además de sus simulaciones y animaciones hay videos y demostraciones, con lo cual lo simulado puede compararse con lo real. También incluye animaciones y actividades para realizar en clases y simulaciones, videos y animaciones pertenecientes a otras páginas web, todas catalogadas por tema. La única contra que se puede observar es que están en inglés.</p>

<p><i>Chemical Thinking Interactives</i> https://sites.google.com/site/ctinteractives/</p>	<p>En esta página se pueden encontrar simulaciones que mayormente representan el nivel submicroscópico. Se incluyen también recursos pertenecientes a otras páginas. Algunas de ellas permiten la interacción y otras la construcción de modelos, otra actividad importante en la indagación. Su calidad está garantizada, ya que tienen la garantía de haber sido diseñadas o seleccionadas por Vicente Talanquer y John Pollard, de la Universidad de Arizona.</p>
<p><i>King's Center for Visualization in Science, KCVS.ca</i> http://kcvS.ca/cards.html?type=applets</p>	<p>Si bien no hay tantas simulaciones y animaciones para la enseñanza de la Química, en esta página podemos encontrar algunas muy originales, por ejemplo asociadas al cambio climático. En este caso también su calidad podemos decir que está garantizada, ya que han sido desarrolladas por un grupo de la Universidad de Alberta que las somete a la evaluación por pares y además cuenta con el auspicio de múltiples y reconocidas organizaciones como la IUPAC, la <i>Royal Society of Chemistry</i>, y la UNESCO, entre otras.</p>
<p><i>Molecular Workbench</i> Java: http://mw.concord.org/modeler/ html5: http://mw.concord.org/nextgen/</p>	<p>En la página original del proyecto se pueden bajar las animaciones y simulaciones programadas en Java y trabajar sin estar conectado a Internet. Si no se quiere instalar Java, existe una nueva versión de las simulaciones en html5 que no sólo se pueden compartir sino también insertar en diferentes páginas. Estas simulaciones en su mayoría representan el nivel submicroscópico y permiten además graficar variables. Si leen en inglés, también hay propuestas de clases en ambas páginas.</p>
<p><i>T.I.G.E.R.-Teachers' Instructional Graphics Educational Resource</i> https://www.dlt.ncssm.edu/tiger/</p>	<p>En esta página se pueden encontrar gráficos, imágenes, videos, animaciones y simulaciones realizados por <i>North Carolina School of Science and Mathematics</i>. Algunas de las animaciones tienen una visualización estilo dibujos animados que las puede hacer interesantes para trabajar con los y las estudiantes de los primeros años de la escuela secundaria. Pero hay muchos recursos que pueden adaptarse a los diferentes niveles del sistema educativo. Además, las animaciones y simulaciones pueden emplearse <i>on line</i> o bajarlas ya sea porque saben cómo bajar archivos flash, o porque en muchos casos está asociado un archivo ejecutable.</p>
<p><i>Connected Chemistry Curriculum</i> https://connchem.org/</p>	<p>En esta página se pueden encontrar simulaciones que cubren ampliamente una Química introductoria. Se pueden bajar en Java o también registrándose se pueden utilizar <i>on line</i>. Han sido evaluadas por docentes y en la página, si se sabe leer en inglés, se pueden encontrar clases y actividades, que al igual que las simulaciones fueron diseñadas por el grupo del Prof. Mike Stieff de la Universidad de Illinois. El único problema de las simulaciones que son demandantes en cuanto a la memoria ram de las computadoras.</p>

Como señalamos al describir la página de *Chem Demos* (Tabla 2), cuando además de simulaciones contamos con videos podemos comparar el "mundo real" y el mundo simulado (ponemos entre comillas lo de "mundo real" porque un video no deja de ser una representación). Igualmente, esa representación si se realiza con materiales domésticos o que puedan conseguirse en una farmacia o ferretería, puede llegar a convertirse en el mundo real tangible, haciendo que nuestras/os estudiantes lo reproduzcan en sus casas (Tabla 3).

Tabla 3. Demostraciones en videos

Recurso	Descripción
Lecture Demonstration Movie Sheets http://chemed.chem.purdue.edu/demos/index.html	Se trata de una página del famoso didacta de la Química George Bodner, en la que se pueden encontrar videos demostrativos de laboratorios sobre casi todos los temas de Química General. Los videos fueron realizados en QuickTime (.mov) y no son soportados por Mozilla, pero pueden bajarse en el Google Chrome y visualizarse en el Quick Time Player. Además asociado a cada video hay una breve descripción de los materiales utilizados, imágenes del equipamiento, observaciones y explicaciones. El único problema es que están en inglés.
Operaciones básicas en el laboratorio de Química http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/index1.html	Hasta ahora la mayoría de los recursos que hemos recomendado son para trabajar Química General, Química Analítica o Química Inorgánica. En este caso presentamos una página en la que se pueden encontrar descripciones en castellano y videos de las operaciones unitarias que mayormente son contenido de Química Orgánica como ser la cromatografía, la extracción, o la destilación, entre otras, aunque también sirven para los primeros acercamientos a los sistemas materiales.
Fq-experimentos. Experimentos caseros de Física y Química https://fq-experimentos.blogspot.com/ y https://www.youtube.com/channel/UCG_R-0u1OkKtFC_Km6sdmOg	Un blog asociado a un canal de YouTube en el que se pueden encontrar infinidad de experimentos caseros todos muy fáciles de realizar y además muy bien explicados en el blog. Además en el mismo blog se dan ideas de cómo realizar un proyecto científico escolar y cómo trabajar con experimentos caseros. La autoría le pertenece a Manuel Díaz Escalera, a quien también se lo puede seguir en Twitter en @fqexperimentos

Otras páginas que podemos recorrer son las que nos permiten trabajar con modelos, es decir con **animaciones** (Tabla 4 y 5). Los y las estudiantes no se involucran en la construcción de los modelos, pero sí pueden trabajar con ellos y aprender y quizás revisar sus propios modelos.

Tabla 4. Páginas de libros de texto

Química General	Chang y Goldsby, 11ed.: http://glencoe.mheducation.com/sites/0076656101/student_view0/ Brown y cols., 9ed.: https://wps.prenhall.com/esm_brown_chemistry_9/2/660/169060.cw/index.html Hill y cols, 4ed.: https://wps.prenhall.com/esm_hillpetrucci_genchem_4/16/4213/1078773.cw/index.html Olmsted, 4 ed.: http://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=index&bcsId=2246&itemId=0471478113 Bishop: https://preparatorychemistry.com/default.htm
Química Orgánica	Bruice, 2ed.: https://wps.prenhall.com/esm_bruice_essentials_2/110/28209/7221752.cw/index.html Klein : http://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=index&bcsId=6581&itemId=0471756148

Química Biológica	Devlin, 7ed.: http://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=index&bcsId=5542&itemId=0470281731 Voet y Voet, 4 ed. : http://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=index&bcsId=6123&itemId=0470570954
Físico-química	Engel y cols.: https://wps.prenhall.com/bc_engel_physchemforlife_1/85/21787/5577491.cw/index.html

Tabla 5. Animaciones

Recurso	Descripción
ChemTube3D https://www.chemtube3d.com/	Esta página es que tiene animaciones que se pueden utilizar en el nivel superior específicamente en Química Inorgánica y Química Orgánica, aunque algunas también puedan utilizarse en Química General. La mayoría están realizadas en Jsmol y permiten mostrar la animación de diferentes formas, cambiar los modelos ya sea de esferas sólidas, bolas y varillas, o varillas. Algunas de ellas además pueden insertarse en páginas y también como novedad (para cuando salgamos del aislamiento) hay archivos para la impresión 3D de modelos. También cuenta con una tabla periódica interactiva, que cuando uno selecciona un elemento se direcciona a una página en la que se observan los modelos de las formas alotrópicas del elemento y compuestos de los que forma parte.
VisChem http://vischem.com.au/online-resources.html , y http://www.scootle.edu.au/ec/pin/HVFJXB?userid=71715	Videos que combinan el nivel macroscópico con animaciones a nivel submicroscópico de estructuras y procesos químicos. Se pueden bajar, y además se puede acceder a ideas para la enseñanza, que están en inglés. Estos materiales fueron diseñados por profesores de universidades de Estados Unidos y Australia, y recomendados por el Departamento de Educación de Australia.

Otras **fuentes de múltiples recursos** para la enseñanza son las páginas de las asociaciones de químicos y asociaciones de docentes y estudiantes de diferentes países:

American Chemical Society: <https://www.acs.org/content/acs/en/education/resources.html>

Classroom Resources American Association of Chemistry Teachers: <https://teachchemistry.org/classroom-resources>

Virtual Inorganic Pedagogical Electronic Resource. A community for teachers and students of inorganic chemistry: <https://www.ionicviper.org/teaching-resources>

Royal Society of Chemistry: <https://edu.rsc.org/resources>

Otros recursos que pueden ayudar al trabajo con modelos y a contrastar los modelos creados son los **graficadores** y programas o páginas para la **escritura de fórmulas** (Tabla 6).

Tabla 6. Escritura de fórmulas

Recurso	Descripción
ACD/ ChemSketch https://www.acd-labs.com/resources/freeware/	Programa que puede bajarse gratuitamente y que originalmente estaba en las netbooks repartidas por el programa Conectar Igualdad. Con este programa se pueden escribir múltiples fórmulas orgánicas, inorgánicas, de Lewis. Se puede optimizar la geometría por métodos semiempíricos y visualizar las estructuras en 3D con diferentes modelos como por ejemplo esferas sólidas, bolas y varillas, etc. Además se pueden realizar cálculos y mediciones sobre las estructuras. También dispone de plantillas que permiten dibujar materiales e laboratorio.
Marvin JS https://marvinjs-demo.chemaxon.com/latest/index.html	Al igual que el anterior permite graficar moléculas en 2D, optimizar la geometría y visualizarlas en 3D con diferentes modelos. Se diferencia del otro en que no tiene plantillas como el anterior y no pueden dibujarse materiales de laboratorio. Además, como se trata de una versión de prueba, se trabaja <i>on line</i> y el graficador se puede insertar en otras páginas.
Avogadro https://avogadro.cc/	Al igual que el ACD/ChemSketch también se encontraba en las máquinas de Conectar Igualdad. Este programa no permite la escritura de fórmulas en 2D, pero es mucho mejor en cuanto al modelado molecular y tiene distintas bases semiempíricas para la optimización de la geometría

Por último, dentro de los recursos que podemos emplear para las clases virtuales, ya no necesariamente desde modelos didácticos de indagación y/o modelización, o también para planificar son **lecciones prediseñadas** que incluyen simulaciones y en algunos casos actividades. En lo que sigue también les dejamos algunos **libros digitales** que pueden ser de interés.

Lecciones en español (American Chemical Society): <https://www.middle-school-chemistry.com/espanol/>

Objetos de aprendizaje (Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México): <https://portalacademico.cch.unam.mx/objetos-de-aprendizaje>

La Química Orgánica Transparente (Universidad Autónoma de Madrid): http://www.qorganica.es/QOT/T00/inicio_exported/index.html#

La manzana de Newton: <https://www.lamanzanadenewton.com/>

La ciencia para todos: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/html/quimica.html>

Libros digitales de Química Orgánica en inglés: <http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html> y <https://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/VirtTxtJml/intro1.htm>

VIDEOS DE CONFERENCIAS Y REUNIONES CIENTÍFICAS VIRTUALES

Como señalábamos en la introducción de este trabajo, en este apartado incluimos algunos videos que han aparecido en los últimos tiempos y que tienen relevancia en épocas de aislamiento. Como observarán muchos de ellos fueron insumos para la escritura de la introducción. Es así que compartimos mayormente los que hemos visto, ya que sería imposible rastrear todos los videos que hay en YouTube y que nos ayudarían en nuestra tarea docente. Igualmente, si entran a los canales (si no es el enlace de un canal) seguramente encontrarán otros videos que serán interesantes para repensar el cómo de las clases, de la enseñanza y de la educación en general.

Videos de didáctica de las ciencias y/o de la química

- *Abordaje de la Covid-19 como cuestión sociocientífica en la enseñanza de las ciencias*: Leonardo Fabio Martínez. Organizado por la Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, <https://www.youtube.com/watch?v=zxhSXZiUxjs>
- *EDUCEVA – CienciaTIC*: Videos sobre recursos TIC y su forma de integrarlos a las clases de ciencias, realizados por un grupo de docentes, investigadoras e investigadores y extensionistas de la Universidad Nacional de Córdoba: https://www.youtube.com/channel/UCCo7nCmo_9UNTisdQ6q3_sw
- *EnCiNa Enseñanza de las Ciencias Naturales #4*: Simposio virtual gratuito promovido por APFA, ADEQRA y ADBiA, organizado desde distintas universidades. Se pueden encontrar las Charlas inspiradoras en el canal de YouTube de APFA (En este canal pueden encontrar también conferencias y entrevistas realizadas en el marco de #APF-Asequedaencasa, que fue auspiciado por ADEQRA. Además hay videos de la conferencias de la última REF): <https://www.youtube.com/channel/UCmFJrtDgSAbzeC169gfIkrQ>
- *Enseñar a Pensar en Química: Webinar* dictado por el Dr. Vicente Talanquer de la Universidad de Arizona. Perteneciente al ciclo de *Webinars* en español organizado por la *American Chemical Society*: <https://www.acs.org/content/acs/en/acs-webinars/spanish/pensar-quimica.html>
- *Seminarios Internacionales del CIAEC. Enseñar Ciencias Experimentales en tiempos de pandemia*: Organizados por el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) de la FFyB-UBA. En el canal de YouTube del CIAEC se van subiendo los seminarios virtuales que se desarrollan para apoyar la enseñanza de las ciencias en los tiempos del ASPO: <https://www.youtube.com/channel/UCI39ZzPpZFmNvnDO-uLLZw>

Didáctica general, tecnología educativa y/o educación

- *¿Cómo sabemos que nuestros estudiantes están aprendiendo? Evaluar procesos y retroalimentar sin presencialidad*: Rebeca Anijovich. Organizado por el Profesorado Instituto del Rosario: <https://www.youtube.com/watch?v=JQ-OycDX1O4>
- *CITEP-UBA*: Ideas para clases virtuales brindadas por el Centro de Innovaciones en Tecnología y Pedagogía debidas a las circunstancias actuales: https://www.youtube.com/playlist?list=PLL9sGy2_7RI0TFvNqWoPUUBJi1U4QYh4O
- *Conferencia la escuela en modo remoto*: Manuel Becerra, Patricia Ferrante. Organizado por la Universidad Pedagógica Nacional (UNIPPE), Argentina: <https://www.youtube.com/watch?v=QyfSQpjuQWg>
- *Diálogos sobre educación. Escuela conocimiento en tiempos de pandemia*: Conferencia con Francesco Tonucci. Organizada por el Ministerio de Educación de la República Argentina: <https://www.youtube.com/watch?v=OZ5N-WjqKUA>
- *El sentido de la escuela*: Carlos Magro, Inés Dussel, Daniel Brailovski, Sofía Deza. Organizado por Fundación Santillana: <https://www.youtube.com/watch?v=-VideYQWzbQ>
- *Jornadas Nacionales de Formación Docente*: Organizadas por el Instituto Nacional de Formación Docente y el Ministerio de Educación de la República Argentina: <https://www.youtube.com/watch?v=AJESs2i0h8M&list=PLnQfiAybShoz6YUSLehndJqnJpGnaL0iK>
- *La clase en pantuflas*: Inés Dussel. Organizada por el Instituto Superior de Estudios Pedagógicos: <https://www.youtube.com/watch?v=6xKvCtBC3Vs>
- *Serie de webinars. Educación y creatividad en tiempos de #Coronavirus*. Organizados por la Universidad Nacional de Quilmes y Wikimedia Argentina: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLFKntUouDuswcf7RKmEJpt5O9ByFWMg81>

REFLEXIONES FINALES

Esperamos que todos los recursos que hemos recabado y descripto aunque sea brevemente sean de utilidad de todos/as los/as docentes de Química que nos leen. Muchos de ellos existían desde antes, y a muchos debimos recurrir en estos tiempos anormales para poder enseñar Química. Seguramente hay muchos más que los citados, los que incluimos acá son algunos de los que hemos explorado y hemos encontrado útiles. Igualmente, como toda selección es incompleta, porque en muchos casos depende del contexto en el que se va a trabajar. Invitamos a los/as docentes a revisarlos antes de emplearlos, atendiendo a la calidad del

recurso, a lo que se representa y seguramente al objetivo didáctico y el contexto de enseñanza.

Como lo señalamos en la introducción, pensamos que estos tiempos debería ser una oportunidad para repensar nuestras clases en la medida de lo posible. Y entendemos, como sostiene Maggio (2020), que una clase virtual no puede convertirse en un "revoleo" de materiales y recursos. Es así que intentamos dar además de recursos ideas de cómo hacerlo. Pensando en las ideas imprescindibles a enseñar y en los modos de cómo hacerlo. Además, lo hicimos pensando y reflexionando sobre lo que otros dijeron en estos tiempos anormales, y cuando no fue así utilizamos textos que estuvieran disponibles para los/as docentes como se puede evidenciar en las referencias bibliográficas. De esta manera cada uno/a podrá realizar su propia reflexión sobre lo que decimos acá y sobre los autores y autoras citados/as. También siguiendo a Maggio (2020) pensamos que esta tiene que ser una oportunidad para documentar y luego hacer una reconstrucción analítica de nuestras prácticas. Sería muy interesante para todos/as los/as lectores/as de esta revista contar con las experiencias de estos tiempos.

Por último, entendemos que esta no será la única publicación que realizaremos desde ADEQRA para acompañar en la tarea de resignificar la enseñanza de la Química desde la virtualidad. Seguramente, en los próximos días volveremos a publicar en el Facebook de ADEQRA más recursos e indagaremos sobre sus intereses, para seguir por un lado apoyándonos en la medida de nuestras posibilidades y también para seguir construyendo la comunidad de educadores en Química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Coll, C. y Martín, E. (2006). Vigencia del debate curricular. *Revista PRELAC*, (3), 6-27. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000151698>

CONICET (2020, 6 de abril) *Barbijos caseros: un complemento necesario para prevenir el contagio de COVID-19*-. Noticias Institucionales. <https://ipatec.conicet.gov.ar/barbijos-caseros-un-complemento-necesario-para-prevenir-el-contagio-de-covid-19/>

Couso D. y Adúriz-Bravo, A. (2016). Elaboración de unidades didácticas competenciales en la formación profesional del profesorado de ciencia. En: G. A. Perafán Echeverri, E. Badillo Jiménez y A. Adúriz-Bravo (Coord.) *Conocimiento y emociones del profesorado Contribuciones para su desarrollo e implicaciones didácticas* (pp. 265-283) Bogotá: Editorial Aula de Humanidades. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/313892381_Conocimiento_y_emociones_el_profesorado_Contribuciones_para_su_desarrollo_e_implicaciones_didacticas

- Dellestesse, M. I., Colasurdo, V., Goñi Capurro, M. J. y Silverii, M. B. (2019). La metodología TPACK en el nivel universitario: Su implementación en la unidad didáctica de gases. *Educación en la Química en Línea*, 25 (1), 5-14. Disponible en: <http://www.adeqra.com.ar/images/stories/pdf/revista/vol25-1/vol25-1-2019.pdf>
- Dussel, I. (2020). *El sentido de la escuela*. En: C. Magro, I. Dussel, D. Brailovski, S. Deza, Mesa Redonda organizada por Fundación Santillana. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=-VideYQWzbQ>
- Figueroa Díaz, A. (2020, 5 de mayo) *Los docentes, la cuarentena y la sobrecarga de las clases a distancia*. Página 12, <https://www.pagina12.com.ar/263725-los-docentes-la-cuarentena-y-la-sobrecarga-de-las-clases-a-d>
- Follari, R. (2020). Después del aislamiento. En: A. Grimson (Dir.) *El futuro después del COVID-19* (pp. 9-16). República Argentina: Argentina Futura. Jefatura de Gabinete de Ministros. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/el_futuro_despues_del_covid-19.pdf
- Harari, Y. N. (2020, 20 de marzo). *The world after coronavirus*. Financial Times, <https://www.ft.com/content/19d90308-6858-11ea-a3c9-1fe6fedcca75>
- Hernández, C. (2020). *Estrategias para promover el aprendizaje activo de las ciencias, a distancia*. Seminarios Internacionales del CIAEC: Enseñar Ciencias Experimentales en tiempos de pandemia. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=XKakgWU5aag>
- Jansen, K. (2020, 13 de abril) *Por qué es difícil identificar el mejor material para fabricar una mascarilla casera contra el coronavirus*. Chemical and Engineering News. <https://cen.acs.org/biological-chemistry/infectious-disease/es-Por-ques-difcil-identificar-el/98/i14>
- Koehler, M. J., Mishra, P. y Cain, W. (2015). ¿Qué son los Saberes Tecnológicos y Pedagógicos del Contenido (TPACK)? *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 10 (6), 9-23. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/11552>
- López Simó, V., Couso Lagarón, D., Simarro Rodríguez, C., Garrido Espeja, A., Grimalt Álvaro, C., Hernández Rodríguez, M. I. y Pintó Casulleras, R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. *Enseñanza de las Ciencias, Núm. Extra*, 691-697. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/184575>

- Maggio, M. (2020). *Educación y creatividad en tiempos de #coronavirus*. Webinar organizado por la Universidad Nacional de Quilmes y Wikimedia Argentina. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Cu1t247HMqQ&t=2884s>
- Meirieu, P. (2020, 22 de abril) *La escuela después... ¿con la pedagogía de antes?* Espacio Pedagógico, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP (traducción de un artículo del 17/04/2020, disponible en la misma página), http://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2020/4/22/la_esuela_despues_con_la_pedagogia_de_antes
- Pozo, J. I. (2020). *Repensar la educación en tiempos del coronavirus: cuando la enseñanza y el aprendizaje se hacen digitales*. Seminarios Internacionales del CIAEC: Enseñar Ciencias Experimentales en tiempos de pandemia. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=oAfOgJ1ENck>
- Talanquer, V. (2009). Química: ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos? *Educación Química*, 20(1), 220-226. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30056-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30056-9)
- Talanquer, V. (2020). *Enseñar a Pensar en Química*. Webinar en español, organizado por la American Chemical Society. Disponible en: <https://www.acs.org/content/acs/en/acs-webinars/spanish/pensar-quimica.html>

Escuela CONGRIDEC

LA FORMACIÓN DE NUEVOS INVESTIGADORES EN DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

Adriana Rocha¹, Adriana Bertelle¹ y M. Gabriela Lorenzo²

1- *GIDCE (Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales) - Departamento de Formación Docente. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.*
2- *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC). - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).*

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

UN ESPACIO DE FORMACIÓN PARA INVESTIGADORES EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

En cada edición de la Escuela CONGRIDEC, la comunidad de didactas de la ciencia ha logrado un avance en cuanto al número de participantes en las actividades propuestas, así como en las producciones que pudieron lograrse a partir de dicha participación. Luego de las exitosas experiencias de las realizadas en Buenos Aires (2016) y en Córdoba (2018), la tercera edición se celebró entre el 17 y el 19 de setiembre de 2019 en la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA (Olavarría) bajo el lema: *Dialogando entre Investigadores Latinoamericanos en Formación en Didáctica de las Ciencias Naturales y la Tecnología.*

La organización de la Escuela CONGRIDEC es dinámica y rota entre los diferentes grupos que conforman el Consorcio. En esta oportunidad, estuvo a cargo del Núcleo de Actividades Científico Tecnológicas GIDCE y del Departamento de Formación Docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires; del Consorcio Nacional de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias de la República Argentina (CONGRIDEC); del Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires y de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. Se registraron 29 inscripciones de estudiantes de posgrado (15 doctorandos y 14 maestrandos) de varias universidades del país.

Con el propósito de contribuir a la formación de nuevos investigadores en el campo de la didáctica de las ciencias, los objetivos de la

Escuela pueden sintetizarse en:

- Constituirse en un espacio para discutir en profundidad los trabajos de tesis de los asistentes.
- Ampliar las habilidades de investigación y las habilidades comunicativas de los investigadores en formación.
- Establecer redes de trabajo entre investigadores participantes con los grupos de investigación del CONGRIDEC.

El desarrollo de la Escuela incluyó, entre las actividades presenciales, las sesiones de discusión con investigadores formados que oficiaron como tutores, la participación en Talleres pensados para la profundización teórico-metodológica de aspectos relacionados con los temas de tesis y la presentación oral de los avances de tesis de los participantes (Figura 1). Dicha presentación se realizó en el marco del III Encuentro de Investigadores en Enseñanza de las Ciencias, que se llevó a cabo en la misma sede los días 19 y 20 de setiembre.

Los avances antes mencionados fueron la base para la elaboración de los 25 trabajos que los asistentes presentaron luego como producciones finales para la aprobación definitiva de la Escuela. Los contextos de trabajo presentes en las producciones de los asistentes estuvieron vinculados al **ámbito universitario**, a la **articulación escuela secundaria-universidad**, a la **educación secundaria**, a la **formación docente** y uno, también incluyó la educación primaria.

Figura 1. Sesiones de trabajo en la ESCUELA CONGRIDEC



Sesión de presentación de tutores y asistentes



Sesión de trabajo en uno de los talleres

Es interesante resaltar que los aspectos más positivos de la Escuela como instancia de formación, según los propios participantes, fueron el trabajo de discusión realizado con los tutores, la organización y las posibilidades de intercambio que pudieron concretar.

LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE LA ESCUELA CONGRIDEC

Uno de los rasgos característicos de la investigación es la producción de conocimiento original que requiere a su vez, ser dada a conocer a toda la comunidad científico-académico. En ese sentido, las producciones que resultaron a partir del intenso trabajo realizado en el contexto de la Escuela, que incluye el trabajo previo de los jóvenes investigadores en sus respectivos grupos formativos para la elaboración de su propuesta, su participación de modo presencial en las actividades de la Escuela y posteriormente, la revisión de su propuesta original en función de los aportes de pares y tutores y en una segunda instancia, de los evaluadores del trabajo final, representan un recorrido formativo que constituye un aporte relevante para nuestra comunidad de educadores en la química.

Los trabajos finales de la Escuela fueron evaluados por el Comité de Evaluación constituido por investigadores e investigadoras formadas miembros de los grupos de investigación integrantes del CONGRIDEC. Una vez aprobados, los y las autoras tuvieron la oportunidad de enviar una nueva versión revisada y ajustada a los estándares de las revistas nacionales de la especialidad de cada uno.

Dada la amplia producción de trabajos en el campo de la didáctica de la química, nos vemos obligados a distribuirlos en diferentes números de nuestra Revista. En el Volumen 26 de 2020 serán publicados seis trabajos distribuidos en ambos números. Estos trabajos refieren al campo de la enseñanza de la Química, y fueron sometidos a un nuevo proceso de evaluación interno de la Revista EDENLAQ. Cinco de ellos presentan sus proyectos de investigación para la realización de estudios de posgrado (tesis y doctorados) y en uno, se discuten algunos resultados obtenidos hasta el momento. A continuación, se sintetiza brevemente el contenido de los mismos:

En este primer número se incluyen los siguientes trabajos:

El artículo de Labarrieta, Bertelle y Fuhr Stoessel, *Estudio del uso de la realidad aumentada en la enseñanza del tema geometría molecular en un curso de educación secundaria* analiza el uso de una aplicación de realidad aumentada para el aprendizaje de la geometría molecular, con el objetivo adicional de aportar a una estrategia de evaluación de recursos didácticos basados en este tipo de tecnología.

La investigación de Echeverría y Basilisa García, de la Universidad de Mar del Plata se refiere al ámbito de la formación docente, *La construcción del conocimiento didáctico del contenido en la formación de profesores de química*. En ella se analiza el desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en el tema electroquímica, con estudiantes avanzados de un profesorado en Química.

El tercer trabajo, *El aprendizaje de modelos atómicos en educación secundaria a través del uso de recursos multimodales*, de Perinez, Vega y Occelli, presenta una propuesta de secuencia de enseñanza y el análisis de la conceptualización sobre modelos atómicos que realizan los estudiantes, a partir de su aplicación en el aula.

En el próximo número de este mismo volumen, serán incluidos los que se enuncian a continuación:

El artículo de Carabelli, Farré y Raviolo, *El juego en la enseñanza de la ley periódica*, es una investigación basada en diseño que se propone la evaluación de una estrategia didáctica en la que se emplea un juego para la enseñanza de la periodicidad química. Pretende además analizar cómo construyen conocimiento los estudiantes al interactuar con el tipo de representaciones que les propone la estrategia.

El trabajo de Dellestese y Fuhr Stoessel, *Recursos de modelización de realidad aumentada en la elaboración de explicaciones en el área de química: estudio de caso*, se refiere al contexto de la universidad. Se trata de un estudio de caso en la formación básica en carreras científico-tecnológicas. Analiza las interacciones de los estudiantes con el recurso de RA en actividades de aprendizaje que apuntan al trabajo en relación con la elaboración de explicaciones.

Y finalmente, el texto *Análisis del discurso de un profesor universitario de química en el curso de ingreso* de Manfredi, Odetti y Lorenzo, presenta los resultados obtenidos al estudiar la problemática del pasaje escuela secundaria a la universidad en un curso de articulación de Química. Se plantea aportar indicios acerca de los principales obstáculos con los que se enfrentan los estudiantes en esta etapa y las estrategias que los docentes utilizan para ayudarles a superarlos.

PERSPECTIVAS

La Escuela CONGRIDEC ha mostrado ser un espacio de excelencia académica, capaz de promover el trabajo colaborativo entre los investigadores de didáctica de las ciencias y lograr producciones de alta calidad que compartimos en este número de la Revista.

Queda por delante el desafío de continuar con estos espacios formativos y promover la investigación en didáctica de las ciencias en el amplio territorio de la República Argentina.

Escuela CONGRIDEC

ESTUDIO DEL USO DE LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA DEL TEMA GEOMETRÍA MOLECULAR EN UN CURSO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Eugenia Labarrieta¹; Adriana Bertelle² y Ana Fuhr Stoessel²

1-Estudiante Maestría en Enseñanza de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ingeniería. UNCPBA. Avda. del Valle 5737. Olavarría.

2-Dpto. de Formación Docente. Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ingeniería. UNCPBA. Avda. del Valle 5737. Olavarría.

E-mail: elabarrieta@gmail.com

Resumen. Este trabajo es parte de un proyecto de tesis en etapa de iniciación, en el marco de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Experimentales, presentado en la Escuela CONGRIDEC 2019. Se pretende estudiar la puesta en aula de un recurso de realidad aumentada en clases de Química de quinto año de educación secundaria durante la resolución de actividades sobre el desarrollo del tema geometría molecular. En este trabajo se presenta una descripción de la metodología que se desarrollará en el trabajo de tesis y los avances en la elaboración de un instrumento para el registro de las interacciones que se establecen durante el desarrollo de las actividades entre los estudiantes (E), el docente (D), el recurso (R) y la guía de actividades.

Palabras clave. Realidad aumentada, geometría molecular, Enseñanza de las Ciencias Naturales

Study of the use of augmented reality in molecular geometry teaching in a secondary education course

Abstract. This work is part of a thesis project in the initiation stage, within the framework of the Master in Teaching of Experimental Sciences. The aim is to study the use of an augmented reality resource in classrooms in chemistry classes of the fifth year of secondary education during the resolution of activities on the development of the topic of molecular geometry. This work presents a description of the methodology that will be developed in the thesis work and the advances in the development of an instrument for recording the interactions that are established during the development of activities between students (E), the teacher (D), the resource (R) and the activity guide.

Key words. Augmented Reality, Molecular Geometry, Teaching of Natural Sciences

INTRODUCCIÓN/FUNDAMENTACIÓN

Vivimos en una sociedad atravesada por el conocimiento y la tecnología, la numerosa información disponible con la que se cuenta actualmente, ha generado que distintos teóricos la denominen como la sociedad del conocimiento. Otros tratan de vincularla con la tecnología dándole el nombre de sociedad digital o sociedad de la información. Sin embargo, los conceptos antes mencionados comparten la idea de que, estamos inmersos en una época donde el gran cúmulo de información provoca el aceleramiento de las interacciones y dinámicas sociales (Aguilar, 2012). La actualidad nos demuestra que el acceso a las tecnologías de la información y la comunicación, es un requisito importante para participar de una sociedad tecnológica (Román, Cardemil y Carrasco, 2011).

Uno de los lugares donde la tecnología ha influenciado mayoritariamente es en la escuela, y como consecuencia el aula y el rol de docente han sido modificados. Se han generado oportunidades de cambio y adaptación, pero al mismo tiempo desafíos. Es en las escuelas, donde se deben integrar los medios tecnológicos, en las prácticas y dinámicas cotidianas, asumiendo así que cada vez más el acceso al conocimiento, su construcción, apropiación, aplicación, comunicación y transferencia, se encuentran íntimamente vinculados a los recursos tecnológicos digitales.

Los lineamientos del Marco Curricular Referencial actual (2019), determinan la necesidad de incluir en las prácticas educativas el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Conforme se establece en el artículo número 88 de la Ley de Educación Nacional N° 26.206 (promulgada en el año 2006), el acceso y dominio de las TIC formarán parte de los contenidos curriculares indispensables para la inclusión en la sociedad del conocimiento. Se propone integrar a las planificaciones docentes de los distintos niveles, actividades que incluyan las TIC y en las que se movilicen habilidades cognitivas de orden superior (aplicar, analizar, evaluar, crear). El término TIC incluye a todas las tecnologías avanzadas para el tratamiento y comunicación de información. Las TIC son el medio que facilita la inclusión e integración a las sociedades y a su vez son potentes herramientas didácticas que pueden fortalecer capacidades y habilidades propias de los estudiantes actuales (Román, Cardemil y Carrasco, 2011).

De todas las opciones de TIC posibles de utilizar tales como simulaciones, aplicaciones, videojuegos, laboratorios virtuales, plataformas virtuales, este proyecto se basa en el estudio e implementación de un recurso TIC de realidad aumentada (RA), ya que este es uno de los recursos tecnológicos que se está introduciendo en diferentes ámbitos de la sociedad incluyendo el de la educación. La realidad aumentada es considerada una tecnología prometedora que puede utilizarse en las prácticas áulicas (Prendes Espinosa, 2015). Se entiende a la RA como

una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por un ordenador (Prendes Espinosa, 2015). Es decir, esta se caracteriza por combinar objetos virtuales y reales en un escenario real, usuarios que interactúan en tiempo real y una alineación entre objetos reales y virtuales.

Existen antecedentes en las investigaciones que describen la incorporación de recursos de RA en la enseñanza de química. Lobo, Gómez y Figueroa (2012) mencionan desarrollos en el campo de la química inorgánica como la incorporación de un sistema para la enseñanza de cristales en clases presenciales de forma colaborativa. Otro de los antecedentes mencionados en Lobo y col. (2012), es el estudio comparativo entre el uso de modelos físicos y modelos de realidad aumentada realizado por Chen (2006). Asai y Takanese (2011, citado en Lobo y col., 2012) lograron mostrar a partir de los resultados de su investigación que la utilización de realidad aumentada en la educación favorece el desempeño de los estudiantes al completar una serie de tareas relacionadas con la identificación de moléculas. Este resultado es una muestra que la incorporación de la RA en el desarrollo de los contenidos vinculados a la geometría molecular puede considerarse como una herramienta útil.

De los antecedentes presentados se puede concluir que la realidad aumentada posibilita la combinación de ambientes reales con información en formato digital, logrando de esta manera ampliar lo que nuestros sentidos captan de la realidad. Esta tecnología tiene el potencial de atraer, estimular y motivar a los estudiantes a explorar los materiales de la clase desde múltiples ángulos (Lobo y col., 2012). Además, permite incorporar multimedia a las prácticas de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en el aula y que lo docentes generen nuevos materiales propios y contextualizados que utilicen la tecnología de la realidad aumentada.

En la época actual, claramente orientada a lo visual, la educación científica y tecnológica recurre con frecuencia al uso de imágenes y modelos para representar diversos aspectos técnicos. Los materiales que se utilizan en el área de la educación química incluyen generalmente representaciones muy diversas como, por ejemplo, dibujos, diagramas, fotografías de gran realismo hasta gráficos y fórmulas muy abstractas (Guevara y Valdez, 2004).

Un contenido que se desarrolla en las clases de química de quinto año es el de geometría molecular. Este tema se considera estructurante ya que su comprensión es necesaria para el aprendizaje de temas posteriores. La geometría molecular permite describir la disposición tridimensional de los átomos que conforman una molécula, esta forma es muy importante ya que muchas propiedades de una sustancia molecular están íntimamente relacionadas, dependen de su forma espacial.

La comprensión de la estructura molecular de un compuesto le permite al estudiante reconocer la incidencia que tiene está en sus propiedades físicas y químicas, lo que también le permite al estudiante un acercamiento a conceptos químicos como polaridad, solubilidad, punto de fusión y de ebullición, reactividad química y funciones biológicas. Los conceptos involucrados en la enseñanza de la geometría molecular presentan un elevado grado de abstracción lo que requiere el uso de estrategias, modelos y representaciones acordes con el fenómeno que se desea explicar.

Como mencionan Más, Castelló y Garrido (1998), la literatura didáctica ha evidenciado que los estudiantes pre- y universitarios de Química presentan dificultades de tipo perceptivo y epistemológico en el tema de la geometría de las moléculas. Algunas de las dificultades están vinculadas con las habilidades de percepción espacial, ya que los estudiantes memorizan y dibujan las estructuras en un plano sin ser capaces de visualizarlas en tres dimensiones. Por este motivo es que el trabajo con modelos resulta importante (Chivatá Carreño y Cifuentes Sánchez, 2017). Para que el estudiante aprenda conceptos de manera constructivista requiere que les den significado a los contenidos, dejando de lado el aprendizaje memorístico que fácilmente se olvida.

En la enseñanza de la geometría molecular las herramientas que los docentes utilizan habitualmente en sus clases para el desarrollo del tema son las ilustraciones de los libros de texto, la pizarra y sus habilidades artísticas para elaborar representaciones en profundidad (Cascarosa Salillas, Fernández-Álvarez y Santiago, 2018). Los estudiantes son quienes deben generar y visualizar las representaciones tridimensionales en su mente lo que condiciona el proceso de enseñanza (Cascarosa Salillas y col., 2018), muchos de los estudiantes tienen dificultades de percepción espacial lo que provoca que no sean capaces de crear imágenes tridimensionales a partir de lo que tienen dibujado en un papel. Como consecuencia no logran relacionar los dibujos de las moléculas que se encuentran en un plano con su respectiva estructura tridimensional. Como expone Chivatá Carreño y Cifuentes Sánchez (2017), es necesario para que los estudiantes desarrollen un significado psicológico del concepto de interacciones moleculares y geometría molecular, primero contar con saberes básicos acerca de la modelación, competencia necesaria para entender y aplicar el concepto trabajado.

A partir de lo planteado anteriormente es que se considera importante la incorporación de modelos moleculares en 3D para el desarrollo de las actividades y durante la explicación de conceptos que poseen un nivel de abstracción muy alto.

Se entiende que una actividad es una situación, una porción de esa clase en la que estudiantes y docentes se involucran. Se desarrolla según una

intención didáctica determinada, en la medida que se dan interacciones con el contenido, con el docente, con el resto de los estudiantes y con los recursos utilizados, configurándose así la estrategia de enseñanza. En cada actividad, los estudiantes y el profesor realizan tareas diferenciables entre sí. Las tareas son conjuntos de acciones coordinadas y orientadas en función de las actividades de las que forman parte. A lo largo de cada actividad los alumnos y el profesor realizan tareas que tienen determinadas finalidades. Durante el desarrollo de las actividades en el contexto del aula se establecen interacciones que permiten compartir el lenguaje de las Ciencias a partir de la negociación de sentidos y significados entre los participantes de las clases (Lemke, 1997, citado en Díaz de Bustamante y Jiménez Aleixandre, 2002). Esto es lo que Lemke denomina hablar en ciencias y como menciona Díaz de Bustamante y Jiménez Aleixandre (2002), no se limita solamente a las interacciones que se dan de forma verbal, sino que contemplan además otras como las operaciones técnicas, los gestos y las acciones que se desarrollan. El registro y análisis de estas interacciones pueden ser utilizadas como indicadores de hasta qué punto se hace ciencia en la escuela. Las interacciones verbales que se establecen pueden considerarse una parte muy importante del trabajo científico. El conjunto de interacciones en el aula son indicadores útiles para el profesorado y nos ayuda a diseñar y planificar unas clases que sean verdaderas comunidades de aprendizaje en ciencias no solo en cuanto aspectos conceptuales sino también en la práctica del trabajo científico.

OBJETIVOS

Se pretende en este trabajo:

- *Describir la metodología que se desarrollará en la tesis de posgrado en el marco de la Maestría Enseñanza de las Ciencias Experimentales.
- *Presentar el instrumento para el registro de las interacciones que se establecen durante el desarrollo de las actividades entre los estudiantes, el docente, el recurso y la guía de actividades.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto de tesis se pretende implementar el uso de un recurso de realidad aumentada en un aula de quinto año de una escuela de educación secundaria de la ciudad de Olavarría, en el espacio curricular de Química, para resolver actividades que involucren el contenido geometría molecular.

El recurso de RA podrá ser descargado de forma gratuita en los celulares o tablets de los estudiantes, ya que se trata de una aplicación libre disponible para sistemas operativos Android. En la institución educativa en la que implementaran las actividades no se cuenta actualmente con

celulares institucionales para utilizar en el aula. El recurso fue seleccionado teniendo en cuenta el contenido químico a desarrollar, además de otras características como las siguientes: se puede utilizar offline una vez descargada, solo necesita que el dispositivo cuente con una cámara, esta característica es muy importante ya que no se depende del servicio de internet disponible en la escuela para el correcto funcionamiento del recurso.

En el proyecto de tesis la implementación del recurso de RA se estudiará a partir del análisis de las interacciones que se establecen entre los estudiantes, entre los estudiantes y el recurso y entre los estudiantes y el docente. Además, se evaluará la implementación del recurso a partir de la opinión de los usuarios.

Este trabajo de tesis se encuentra enmarcado en un enfoque cualitativo de investigación y se ha seleccionado como metodología del trabajo de investigación el estudio de caso. El caso lo constituye la implementación en el aula del recurso de realidad aumentada utilizado para la resolución de las actividades.

La asignatura seleccionada para la puesta en práctica del recurso corresponde a un espacio curricular del ciclo superior de quinto año de una escuela de educación secundaria de gestión pública de la ciudad de Olavarría, el número de estudiantes promedio en el aula es de 27. La misma cuenta con una carga horaria semanal de 2 horas y se desarrolla de forma anual dividida en dos cuatrimestres.

Previo al desarrollo en aula se planificará de manera conjunta y orientará al docente durante la elaboración de las actividades teniendo en cuenta las particularidades del recurso a utilizar. Algunas de las características que deben reunir las mismas son las siguientes: deben ser adecuadas al momento de la secuencia de aprendizaje en el que será utilizada y al grupo de estudiantes al que va dirigido, deben ser atractivas para los estudiantes.

El desarrollo de las actividades será realizado por el docente responsable del curso en el contexto de sus clases. Durante el desarrollo de las mismas, el grupo de estudiantes se dividirá en subgrupos de 5 estudiantes cada uno. Los grupos serán seleccionados teniendo en cuenta los criterios que se definirán con anterioridad y estarán vinculados con las características de los estudiantes.

Una cuestión importante es que es imprescindible tener conocimiento previo de lo que ha de ocurrir en el desarrollo de las actividades, lo cual permite tomar decisiones en relación con cómo llevar adelante la observación. Para eso se realizará un análisis que permita conocer estructura de las mismas, tiempo de desarrollo, tareas que incluye, intenciones didácticas, contenidos de enseñanza que permitirá desarrollar, etc. Se

utilizarán como instrumentos de recogida de datos los registros de las observaciones. La observación puede llevar al estudio parcial, por lo que también se realizará el registro de audio y video de las clases en las que se desarrollen las actividades en las que se utilizan el recurso de RA.

Estos registros permitirán la recuperación de episodios relevantes y otorgarán datos para completar el análisis de las interacciones entre los estudiantes, los estudiantes el recurso y los estudiantes y el docente, así como también las acciones que desarrollan durante la utilización del recurso.

Obtenidos ya los datos brutos (grabación de video), un primer paso para el análisis será trocear en momentos el desarrollo de las actividades (inicio, desarrollo y final) para poder analizar las interacciones durante la puesta en práctica de las actividades en el aula, en la que participen tanto los estudiantes como la docente, la guía y el recurso. Este análisis se realizará a partir de la adecuación y reelaboración de un instrumento desarrollado por Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante (1997) y utilizado en Díaz de Bustamante (1999). Este instrumento se basa en una doble perspectiva, la primera vinculada a las secuencias de acciones y operaciones que se ejecutan durante la utilización del recurso y la segunda en la que se contemplan las interacciones de los estudiantes entre sí y con el docente, referidas al tipo, características y la frecuencia.

Con el objetivo de poder recolectar información acerca de las potencialidades y limitaciones del uso del recurso durante la implementación, así como también indagar sobre la opinión de los usuarios, se elaborará y utilizará una encuesta que responderán el docente y los estudiantes. La información recolectada será insumo de la evaluación contextual que valora la manera en la que se han utilizado los medios en un contexto educativo determinado.

La encuesta se elaborará teniendo en cuenta dos de las tres cuestiones que se presentan en la literatura disponible acerca del tema de evaluación de materiales y experiencias educativas que utilizan RA. Los ejes que se contemplarán serán la motivación y la usabilidad del recurso tecnológico. En la bibliografía disponible se presentan modelos referenciados para poder conceptualizarlos y los instrumentos utilizados para su medición, se evidencia el uso de métodos de análisis cuantitativos que contemplan la implementación de diferentes cuestionarios estandarizados con escala de Likert (Lovos, Gibelli y Sanz, 2017).

La variable usabilidad está relacionada con la interacción que tiene lugar entre el usuario y el recurso de realidad aumentada en un contexto particular determinado. En el caso de este proyecto los usuarios serán el docente y los estudiantes. Sánchez Riera (2013, citado en Lovos, Gibelli y Sanz, 2017) presenta un cuestionario de usabilidad para el caso de

las experiencias que utilizan tecnología de RA para celulares. En este se propone recolectar información de las siguientes componentes: eficacia, eficiencia y satisfacción. Se entiende por eficacia el grado de exactitud con que se realizan las tareas cumpliendo los objetivos para los que se diseñó, la eficiencia depende de la rapidez para realizar las tareas para las que ha sido diseñado y la satisfacción con el cumplimiento de las expectativas para mantener la motivación del usuario (Lovos, Gibelli y Sanz, 2017).

ELABORACIÓN DEL INSTRUMENTO DE REGISTRO DE LAS OBSERVACIONES

El instrumento que se elabora para registrar las interacciones en el desarrollo de las clases en las cuales se realicen las actividades se adaptará del presentado por Díaz de Bustamante (1999).

En la Figura 1 se representa de forma gráfica la secuencia de criterios a utilizar en el análisis de las interacciones que se establezcan durante el desarrollo de las actividades con el recurso de RA.

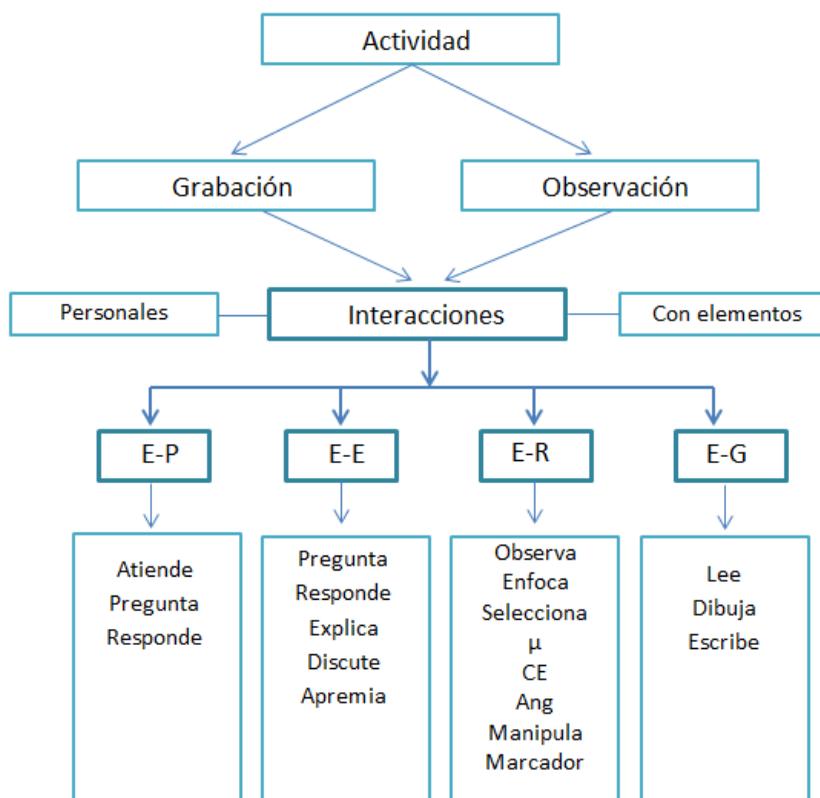


Figura 1. Interacciones personales y con elementos

En la figura 1 se detallan: las interacciones personales que se analizarán corresponderán a aquellas que se establezcan entre los estudiantes (E-E) y entre los estudiantes y el docente (E-P), las interacciones que involucran elementos serán aquellas en las que intervengan los estudiantes y el recurso (E-R) y los estudiantes y la guía de trabajo (E-G).

Las acciones y operaciones que pueden llevar a cabo los estudiantes con el recurso, están relacionadas con características propias del recurso de realidad aumentada seleccionado definiéndose previamente las siguientes: observar, enfocar, manipular el marcador, seleccionar la densidad electrónica μ , la configuración electrónica (ce) o el ángulo.

Las interacciones que pueden tener lugar entre el estudiante y la guía de actividades son: lectura de la misma, elaboración de un dibujo de lo que observa, la toma de notas de alguna información concepto o dato.

Las interacciones interpersonales que se espera que se establezcan entre el docente y el estudiante, serán en su mayoría del tipo verbal. Los tipos de interacción que se esperan encontrar durante el desarrollo de las actividades son: pregunta, responde, informa, apremia, discute y habla.

Respecto a las preguntas se espera encontrar interacciones del tipo: profesor pregunta a estudiante, estudiante pregunta a profesor y estudiante pregunta a estudiante. En cuanto a las respuestas las mismas son las contestaciones a las preguntas que se establecen entre los estudiantes y el docente.

Las interacciones que tienen por objetivo informar involucran un intercambio de información, sin que esta sea la respuesta a una pregunta, es un comentario que puede realizar el estudiante o el docente espontáneamente.

En la categoría apremia se incluyen aquellas interacciones en las cuales uno de los estudiantes se impacienta, por alguna razón y exige u obliga a modificar el comportamiento de la otra persona.

La categoría discute incluye las interacciones en las que los estudiantes están en desacuerdo sobre alguna cuestión e intentan convencer a otro utilizando algún tipo de argumento.

Cuando se establece como categoría habla es con el objetivo de incluir en esta a las conversaciones que mantienen los estudiantes sobre temas que no se encuentran relacionados con la actividad que están desarrollando.

Para el análisis de las interacciones se completará y utilizará una tabla similar a la que se presenta a continuación:

Tabla 1: registro de interacciones

Interacciones con el recurso				
	Nº de Veces	Integrante del grupo	Momento del desarrollo de la actividad IDF	Observaciones
observación				
centra el marcador				
enfoca				
selecciona				
μ				
CE				
Ángulo				
Interacciones con la guía				
	Nº de Veces	Integrante del grupo	Momento del desarrollo de la actividad IDF	Observaciones
lee la guía				
toma nota				
dibuja lo que observa				
Interacciones con docente				
	Nº de Veces	Integrante del grupo	Momento del desarrollo de la actividad IDF	Observaciones
atiende a las instrucciones del docente				
pregunta al docente				
responde al docente				
Interacciones entre estudiantes				
	Nº de veces	Integrante del grupo	Momento del desarrollo de la actividad IDF	Observaciones
pregunta				
responde				
informa				
discute con compañeros				
apremia a sus compañeros				
mira que hacen otros				
otras actividades				

En la Tabla 1 se registrarán las interacciones de cada uno de los grupos que se seleccionarán para el análisis. En la misma se incluirá la información acerca de las distintas interacciones que se desarrollen durante la puesta en aula de las actividades. Las interacciones se encuentran divididas en cuatro grupos: Interacciones con el recurso, Interacciones con la guía, Interacciones con el docente e Interacciones entre estudiantes, como ya se mencionó anteriormente.

En la columna momento del desarrollo de la actividad, se diferenciarán tres momentos para cada actividad inicio (I), desarrollo (D) y final (F).

En la columna observaciones se registrarán cuestiones que surjan durante el desarrollo de las actividades y se consideren relevantes para la toma de datos.

CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

El instrumento presentado en este trabajo se utilizará en una parte de la metodología de análisis de las observaciones. A partir del análisis se identificarán y caracterizarán las interacciones entre estudiante-estudiante, estudiantes-docente, estudiantes –recursos, lo que permitirá estudiar la utilización del recurso de RA para la resolución de actividades sobre geometría molecular.

Actualmente se está planificando la puesta a prueba de dicho instrumento para su evaluación y posterior readecuación teniendo en cuenta los resultados arrojados, en un aula de nivel secundario. Por otra parte, se está elaborando de manera conjunta con el docente responsable del curso, la planificación de las actividades que se implementarán en el aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. (2012). Aprendizaje y Tecnologías de Información y Comunicación: Hacia nuevos escenarios educativos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 10(2), 801-811.
- Chen, Y. C. (2006). The application of augmented reality in chemistry education-A case study of the Protein Magic Book. *Computer Supported Collaborative Learning: The Next 10 Years*, 66.
- Cascarosa Salillas, E., Fernández-Álvarez, F. J. y Santiago, F. J. (2018). Un estudio del uso de modelos moleculares en la didáctica del enlace covalente en bachillerato. *ReiDoCrea*, 7, 179-189.
- Chivatá Carreño, V. V. y Cifuentes Sánchez, M. A. (2017). *Problematización Didáctica de la Geometría Molecular: Estrategias para la Caracterización Didáctica en la Formación Inicial de los Profesores de Química*. (Tesis de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

- Díaz de Bustamante, Joaquín (1999). *Problemas de aprendizaje en la interpretación de observaciones de estructuras biológicas con el microscopio* (Tesis de doctorado). Universidad Santiago de Compostela, España.
- Díaz de Bustamante, J. y Jiménez Aleixandre, M.P. (2002). Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase. En: M. Catalá y otros. *Las ciencias en la escuela. Teorías y prácticas*. Barcelona: Graó.
- Guevara, M. y Valdez, R. (2004). Los modelos en la enseñanza de la Química. Algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza ya su aprendizaje. *Educación Química*, 15(3), 243-247.
- Lobo, R., Gomez, J. y Figueroa, P. (2012). *Ambientes educativos virtuales con interacción basada en realidad aumentada usando el Wii-mote*. En Trabajo presentado en II Congreso Internacional TIC e Educação de la Universidad de Lisboa: Portugal.
- Lovos, E., Gibelli, T. I. y Sanz, C. V. (2017). Evaluación de materiales educativos digitales que incorporan realidad aumentada: revisión de variables e instrumentos. En: XII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TEyET, La Matanza 2017).
- Más, C. F., Castelló, M. y Garrido, M. B. G. (1998). Una propuesta del programa de actividades interactivo para el estudio de la geometría molecular en el Bachillerato. En: *Creación de materiales para la innovación educativa con nuevas tecnologías* (pp. 44-47). Instituto de Ciencias de la Educación.
- Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203.
- Román, M., Cardemil, C. y Carrasco, Á. (2011). Enfoque y metodología para evaluar la calidad del proceso pedagógico que incorpora TIC en el aula. RIEE. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*. 4(2), 8-35.

Escuela CONGRIDEC

LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE QUÍMICA

María Fernanda Echeverría, María Basilisa García

Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Educación Científica.

E mail: echeverria@mdp.edu.ar

Resumen. El presente proyecto de tesis tiene como propósito general estudiar la dinámica de construcción de Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en estudiantes de profesorado de la Carrera de Profesorado en Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Con este trabajo se pretende realizar un aporte al problema de la mejora de los diseños curriculares en las carreras de profesorado, generando propuestas para el planteo de un nuevo modelo de formación. Desde un enfoque cualitativo, se llevarán a cabo 4 estudios de casos longitudinales, diseñando propuestas que promuevan la construcción y el desarrollo del CDC en tópicos específicos de Química y realizando un seguimiento del mismo desde el Modelo Didáctico de Razonamiento Pedagógico y Acción. Se utilizarán diversos instrumentos para "capturar" el CDC; entre ellos, la Representación del Contenido (ReCo), y los Repertorios de Experiencia Profesional y Pedagógica, (RePyPs). El análisis de los datos se desarrollará a partir de la identificación de regularidades o patrones y divergencias en registros provenientes de diferentes técnicas, a través de un proceso interactivo utilizando el método comparativo constante.

Palabras clave. Conocimiento Didáctico del Contenido, Química, Electroquímica.

The Construction of the Pedagogical Content Knowledge in the Training of Chemistry Teachers

Abstract. The purpose of this dissertation proposal is to study the dynamics of the construction of Pedagogical Content Knowledge (PCK) in students of the Chemistry Teacher's Degree of the Facultad de Ciencias Exactas y Naturales of the Universidad Nacional of Mar del Plata. This work aims to make a contribution to the problem of improving curricular designs in teaching careers, generating proposals for the suggestion of a new training model. From a qualitative approach, 4 longitudinal case studies will be carried out, designing proposals that promote the construction and development of the PCK in specific topics of Chemistry and monitoring it from the Didactic Model of Pedagogical Reasoning and Action. Various instruments will be used to "capture" the PCK; among them, the Content Representation (CoRe), and the Professional and Pedagogical experience Repertoires, (Pap-eRs). The data analysis will be developed from the identification of regularities or patterns and divergences in records from different techniques, through an interactive process using the constant comparative method.

Key words. Pedagogical Content Knowledge, Chemistry, Electrochemistry.

INTRODUCCIÓN

El problema de investigación de esta tesis surge de una de las principales preocupaciones de los formadores docentes respecto del modo en que se conciben y desarrollan las prácticas de los estudiantes de profesorado más allá de la educación formal recibida, que se refleja en la permanencia de modelos pedagógicos ya superados. Las marcas producidas por la enseñanza universitaria, de fuerte carácter racionalista donde la teoría antecede siempre a la práctica, fija representaciones sobre la enseñanza asociadas a una visión enciclopedista. Esta concepción probablemente se verá modificada si se revisan los enfoques y dispositivos con los que se lleva a cabo la etapa formativa.

El proyecto de tesis que aquí se describe se enmarca dentro de una línea de investigación que tiene como objetivo general describir los procesos de formación y desarrollo del conocimiento profesional docente (CPD en adelante) en estudiantes universitarios del profesorado en física y química. En este caso, se estudiará cómo estos estudiantes van conformando y dinamizan el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC en adelante) mediante procesos iterativos que implican planificación-acción-reflexión (Henze y Barendsen, 2019), en las diferentes asignaturas comprendidas en el Trayecto Práctico Profesional de las carreras de profesorado de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

El alto nivel de especificidad del CDC respecto de las variables que se ponen en juego durante las prácticas de enseñanza tales como las características de los estudiantes, la disciplina, los contextos y el enfoque didáctico (Loughran, Berry y Mulhall, 2012) hacen que la tarea de definirlo sea aún, un desafío vigente. En consecuencia, ha sido difícil presentar una imagen clara, no solo respecto de cómo promover el desarrollo de CDC en docentes, sino también de cómo evaluarlo una vez construido (Magnusson, Krajcik y Borko, 1999). Baxter y Lederman (1999) afirman que el CDC no se limita a lo que un docente sabe sobre la enseñanza de un tema específico, sino que también se refiere a "lo que hace un docente" en el aula y las razones de los tipos de acciones que asume en relación con la enseñanza del tema. Si bien se ha definido de maneras diferentes (Park y Oliver, 2008), la transformación del conocimiento del contenido por parte de los docentes, con el propósito de desarrollar buenas prácticas de enseñanza, se encuentra en el centro de la definición de CDC proporcionada por Shulman y otros autores (Park y Chen, 2012). En este sentido, es importante establecer un vínculo explícito entre el conocimiento de los futuros docentes y la práctica en el aula y explorar los factores que facilitan o impiden la implementación del CDC. Esto implica que el CDC debe entenderse y explorarse en dos dimensio-

nes: (1) pCDC personal y (2) eCDC promulgado –durante la práctica docente-. El pCDC de un profesor es el conocimiento y las habilidades pedagógicas acumulativas y dinámicas de un profesor individual que refleja las experiencias de enseñanza y aprendizaje propias de ese profesor (Wilson, Borowski y Van Driel, 2019). El eCDC es el conjunto de conocimiento y las habilidades específicas utilizadas por un profesor en un determinado contexto, con un estudiante o grupo de estudiantes en particular. Aunque estas dimensiones del CDC no pueden separarse por completo (Abell, 2008), dicha distinción nos permite comprender mejor tanto cómo los docentes desarrollan su pCDC y cómo se implementa este en el aula (eCDC). Los mecanismos de desarrollo del pCDC y los intercambios de conocimientos entre pCDC y eCDC pueden ser moderados por diferentes factores personales y extrapersonales, que actúan como “amplificadores” y/o “filtros” de sus acciones en tanto influyen en los procesos de toma de decisiones, antes, durante y después de la enseñanza (Carlson y Daehler, 2019).

Por otro lado, y más allá de los componentes que constituyen el CDC, con el propósito de abordarlo desde una unidad de sentido, Martin, Prosser, Trigwell, Ramsden y Benjamin (2000) sugieren que el conocimiento docente se constituye entre la enseñanza y el contexto de aprendizaje ya que este último puede requerir variaciones respecto de los abordajes pedagógicos y de contenido. A partir de estos dos aspectos, realizan un análisis de las variaciones que presenta el aprendizaje en términos de ambos aspectos; definiendo así el *Cómo* y el *Qué* se enseña respecto de un tema; además de las relaciones lógicas que se presentan entre ambos. Tomando como punto de partida esta dupla planteada por los autores es que se analizarán los componentes del CDC relacionados con los mismos, considerando su construcción respecto del tema seleccionado.

Se abordará el problema estudiando el CDC sobre temas de Electroquímica en estudiantes avanzados del Profesorado en Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la ciudad de Mar del Plata. Este tema se seleccionó debido a la riqueza conceptual del mismo ya que en él confluyen diferentes conceptos básicos de la química como lo son: estado de oxidación, ecuación química, espontaneidad de reacciones, etc. A su vez, dada su presencia en variados fenómenos cotidianos, permite su abordaje desde diversos contenidos organizadores posibilitando la contextualización de la planificación. Los estudios realizados hasta el momento en el tema electroquímica (Rollnick y Mavhunga, 2014; Aydin, Friedrichsen, Boz y Hanuscin, 2014) muestran que es un tema que proporciona riqueza para el propósito planteado, que es estudiar propuestas de formación para los profesores de química.

Considerando el constructo CDC; se plantea un análisis dinámico del mismo, durante la formación y práctica docente de futuros profesores, y no así el abordaje de una "fotografía", a fin de favorecer el desarrollo de los mismos y aquellos no expresados, para una formación integral de futuros Profesores de Química.

Con los resultados obtenidos se pretende contribuir a la mejora de la formación docente en las prácticas, atendiendo a las formas de producción del conocimiento que permite a los docentes tomar decisiones en situaciones siempre singulares, inciertas y complejas.

FUNDAMENTACIÓN

El CDC, inicialmente desarrollado por Shulman (1986), se entiende como una categoría específica de conocimiento, que va más allá del tema de la materia per sé y que llega a la dimensión de conocimiento del contenido para la enseñanza. Esta primera definición fue sufriendo propuestas de ampliaciones y reinterpretaciones a medida que el programa de investigación en el campo fue construyendo conocimiento. En el presente trabajo se entiende al constructo CDC en el sentido que le dan Park y Oliver (2008) como el conocimiento y la capacidad de aplicación, por parte de los docentes, de múltiples estrategias de instrucción, representaciones y evaluaciones que permiten ayudar a un grupo de estudiantes a comprender un tema específico dentro de las limitaciones contextuales, culturales y sociales en el entorno de aprendizaje. Se toma como punto de partida esta definición y se recupera el trabajo de Grossman (1990), Park y Oliver (2008) que describen un modelo del CDC organizado en un hexágono (Figura 1), conformado por seis componentes y subcomponentes que interactúan entre sí. Estos abarcan aspectos epistémicos, didácticos y conceptuales del contenido y se denominan: Orientaciones para la Enseñanza de la Ciencia, Conocimiento del entendimiento de los estudiantes en Ciencias, Conocimiento del Currículum de Ciencias, Conocimiento de Estrategias y Representaciones para la Enseñanza de la Ciencia, Conocimiento de evaluación del Aprendizaje de la Ciencia y Eficacia del Docente.

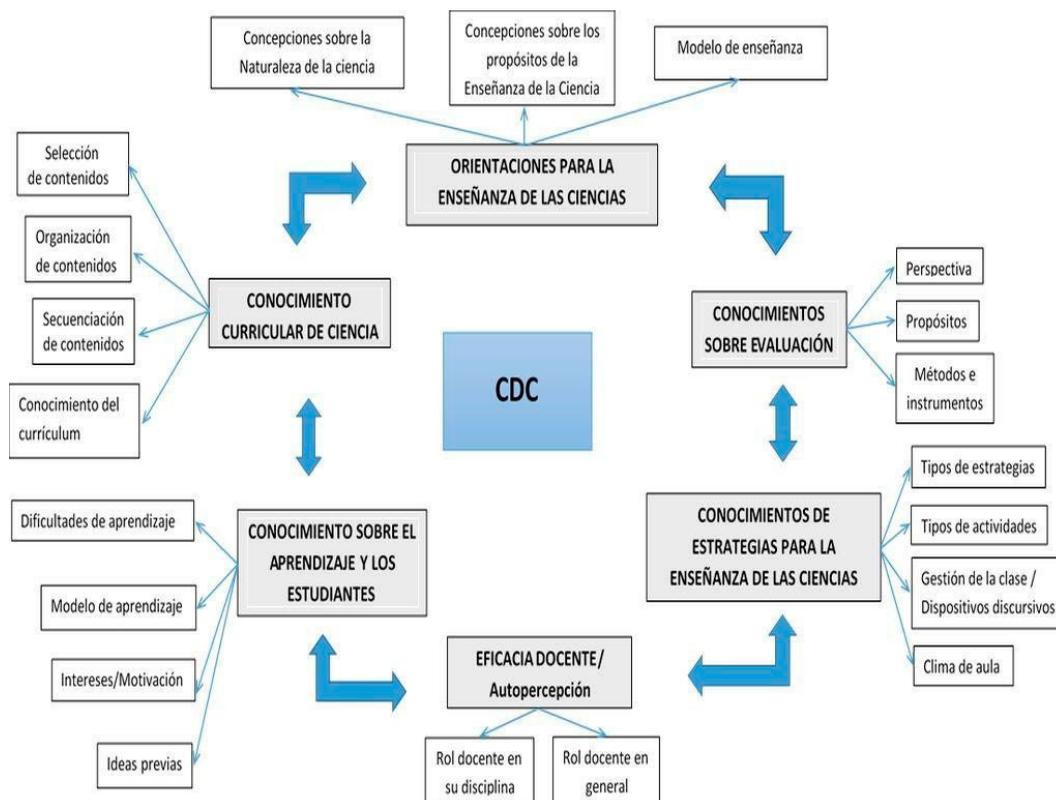


Figura 1. Adaptación del modelo de CDC de Park y Oliver (2008)

Las múltiples investigaciones realizadas hasta el momento en este campo, como lo muestra el *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (Hume, Cooper y Borowski, 2019), han permitido mejorar la comprensión de cada uno de los componentes del CDC. Sin embargo, aún persisten aspectos que es necesario abordar con mayor profundidad vinculados a la dinámica de conformación de los componentes, como por ejemplo cómo se relacionan entre sí y de qué manera estas relaciones organizan, desarrollan y validan el CDC (Park y Oliver, 2008), ya que los programas de investigación sobre el CDC corresponden a estudios, en su mayoría, con una preocupación más centrada en las representaciones mentales, que en la práctica misma.

Interpretar y describir el CDC de un docente es un proceso complejo ya que constituye un conjunto de representaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de un determinado tema que se construye en el tiempo. El CDC se trata parcialmente de una construcción interna y es mantenido y conservado muchas veces inconscientemente por el profesor (Baxter y Lederman, 1999; Loughran y col, 2001).

En el presente trabajo se estudia cómo se expresan los componentes del

CDC y se analiza la dinámica de su conformación a lo largo del paso por las materias del campo de la práctica en estudiantes de profesorado de ciencias. Se considera, además, que su conformación no es el resultado de conocimientos aislados sobre cada uno de sus componentes y se resalta la necesidad de comprender cómo se evidencian e interactúan en la acción, a la luz de la práctica.

La perspectiva teórica de referencia de este proyecto es el Modelo Consensuado Refinado (MCR) del CDC desarrollado en la 2ª cumbre del CDC realizada en 2017 (Figura 2) (Carlson y Daehler, 2019).

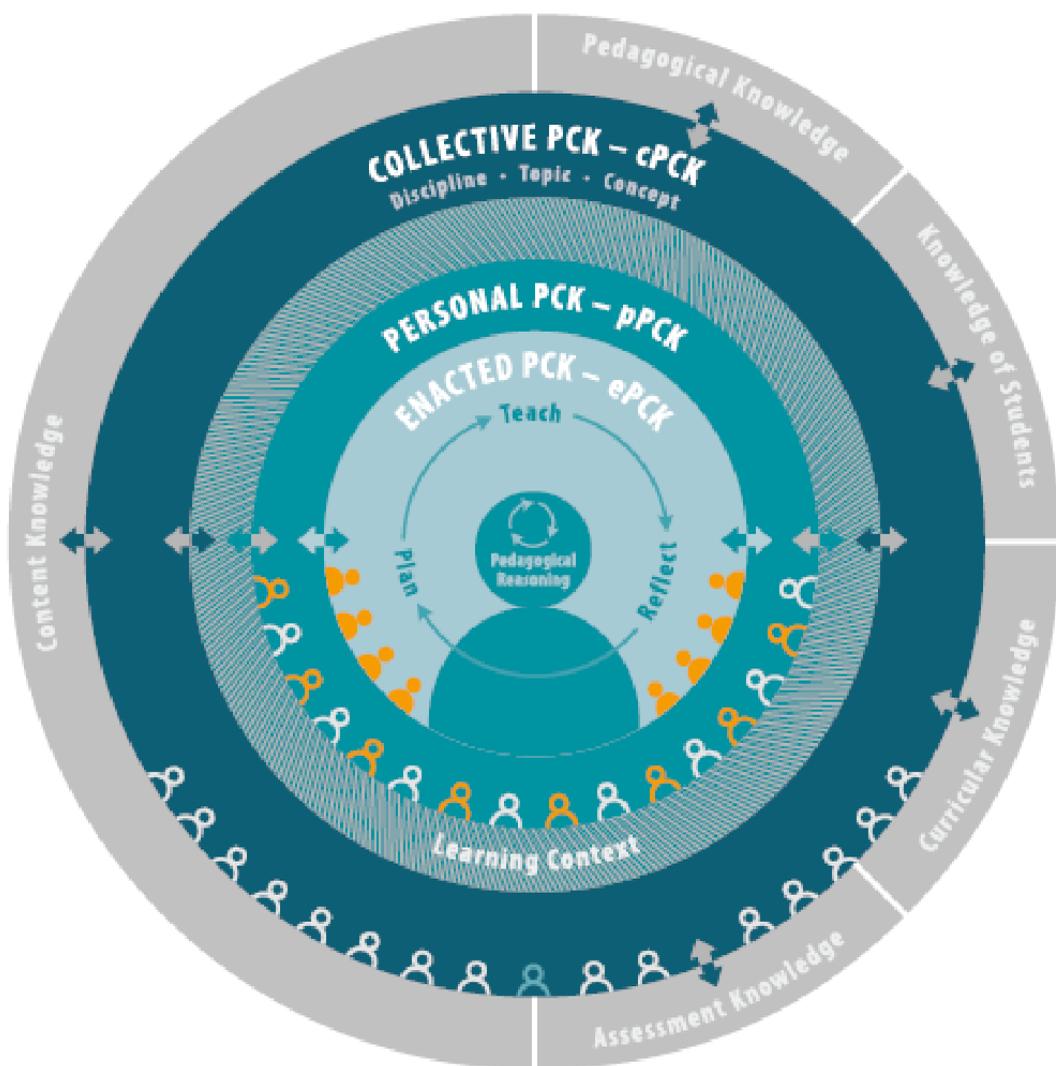


Figura 2. Representación del Modelo Consensuado Refinado (MCR) del CDC resultante de las conversaciones en la 2da Cumbre de CDC, junto con sesiones de comentarios en la Asociación Nacional de Investigación en Enseñanza de las Ciencias y Asociación Europea de Enseñanza de las Ciencias 2017 y a través de intercambios electrónicos.

Este modelo describe las capas complejas de conocimiento y experiencias que dan forma e informan la práctica de los docentes a lo largo de su trayectoria profesional y, a su vez, median los resultados estudiantiles; evidenciándose un intercambio de conocimiento en dos sentidos, entre los diferentes círculos concéntricos del mismo. También, en él se reconoce que las bases del conocimiento más amplio son fundamentales para el CDC de un docente de ciencias, y que el contexto de aprendizaje influencia el proceso de enseñanza- y de aprendizaje que tienen lugar.

Una característica clave de este modelo es la identificación de tres dimensiones del CDC: el CDC personal (pCDC), el CDC colectivo (cCDC) y el CDC emitido o promulgado (eCDC), el que finalmente aparece en la acción. El pCDC está conformado por el repertorio de conocimientos y habilidades que posee el docente para enseñar un contenido específico, luego de ser filtrados y/o amplificados por sus propias concepciones. El eCDC es aquel que se evidencia en la acción, al momento de tomar decisiones respecto de la enseñanza de un contenido determinado, a un grupo de estudiantes específico en un contexto único, nuevamente afectadas por los propios filtros y amplificadores del docente. El cCDC es aquel al que cada docente puede contribuir mediante el intercambio de conocimiento y experiencias. (Carlson y Daehler, 2019).

Según este consenso, se puede estudiar el pCDC observando el proceso de uso e intercambio de conocimientos durante la práctica y la posterior reflexión de los profesores sobre el mismo. De esta forma, se considera que al preparar una clase, un docente recurre a su pCDC para planificar su tarea, que se refleja, luego, durante la exposición de la actividad planificada en el dominio de la práctica. Durante la reflexión posterior a la acción, el profesor recurre a la experiencia obtenida en el dominio de la práctica al utilizar este eCDC para mejorar o refinar su pCDC en el dominio personal. Se considera, entonces, al eCDC como una construcción dinámica definida desde la parte de pCDC que está "activa" en un momento determinado durante la práctica docente (Henze y Barendsen, 2019).

A partir de lo expuesto, en el presente trabajo se busca estudiar la dinámica de conformación del CDC descrita en estudiantes de profesorado en Química. Para esto, se proyecta poner especial énfasis en la reflexión dialógica, interpretando la formación inicial de profesores desde una perspectiva socioconstructivista. Se plantea trabajar en electroquímica y analizar aspectos que han sido escasamente abordados en los estudios ya realizados en el campo del CDC.

Trabajos como los realizados por Aydin y col. (2014) y Rollnick y Mahunga (2014) que abordan la comparación y contrastación del CDC de docentes experimentados respecto de la enseñanza del tema electroquímica, arriban a la conclusión de que programas correctamente diagramados de formación docente y procesos de reflexión, son vitales para

el desarrollo del CDC. Estos resultados se condicen con aquellos que indican que el conocimiento del contenido es necesario para el desarrollo del CDC, pero no garantiza la existencia del conocimiento suficiente para la enseñanza (Kind, 2009), idea central que subyace al presente trabajo.

PROBLEMA

¿Cómo se construye el CDC en estudiantes del Profesorado en Química en la ciudad de Mar del Plata, durante su Formación Práctico – Didáctica?

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cómo se expresan e interactúan los componentes del CDC, durante la Formación Práctico–Didáctica, en estudiantes del Profesorado en Química?
2. ¿Cómo es la dinámica de construcción del CDC a lo largo del paso por las materias “Didáctica de la Química” y “Práctica Docente I de Química”, considerando la construcción como el estudio de la interrelación en el tiempo del CPD, el cCDC y el eCDC?

OBJETIVO GENERAL

Interpretar cómo interactúan diferentes dimensiones del CDC según el Modelo Consensuado Refinado (MCR), en los estudiantes del Profesorado en Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, durante el trayecto correspondiente a los campos de la Práctica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las formas en que se expresa el Conocimiento Didáctico del Contenido en electroquímica en estudiantes avanzados del Profesorado en Química en distintos momentos del trayecto de la Formación Práctica
2. Indagar las formas en que interactúan los diferentes componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido en electroquímica en estudiantes avanzados del Profesorado en Química en distintos momentos del trayecto de la Formación Práctica
3. Analizar la dinámica de la construcción del CDC a lo largo del paso por las materias de la formación práctica, “Didáctica de la Química” y “Práctica Docente I de Química”, entendiendo dicha construcción como el estudio de la interrelación en el tiempo del CPD, el cCDC y el eCDC.

MÉTODO

Se realizará una investigación desde un enfoque cualitativo. Se trata de un tipo de investigación interpretativa centrada en el análisis de casos múltiple (Stake, 2013), 4 casos, ya que permite la recolección de in-

formación detallada sobre las aproximaciones de los futuros docentes a la enseñanza y aprendizaje de la electroquímica. Se asume que este enfoque ayudará a evitar caer en la advertencia dada por Loughran y col. (2012) de que se ha empleado tiempo y energía evaluando CDC, en lugar de explorar ejemplos concretos de cómo los docentes enseñan contenidos en formas particulares que promueven la comprensión.

Para cada caso se llevará a cabo un estudio longitudinal en el período que abarca las materias que componen el trayecto Práctico Profesional: "Didáctica de la Química" y "Práctica Docente I de Química". Durante el mismo se buscará el compromiso con la exploración interna crítica a partir de la reflexión sobre la acción, el aprendizaje como resultado de la comprensión y contrastación de los análisis realizados, y el análisis y toma de conciencia de las resistencias. Para cumplir con este propósito, se seguirá la propuesta de Henze y Barendsen (2019), quienes toman el proceso de planificación, promulgación y reflexión sobre las construcciones pedagógicas como fuente central de información para monitorear y analizar la construcción del pCDC en futuros docentes de ciencias. Con este fin, se plantearán actividades prácticas y promoverán procesos iterativos que implican planificación-acción- reflexión.

PARTICIPANTES

Se trata de estudiantes del Profesorado en Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, que se encuentran transitando la Formación Pedagógico-Didáctica; considerando las materias "Didáctica de la Química", y "Práctica Docente I de Química".

Se seleccionarán los casos siguiendo criterios de factibilidad relacionados con la accesibilidad a los estudiantes y su aceptación de participar, de entre aquellos que cursan las materias mencionadas.

A los participantes se les ofrecerá desempeñarse dentro del Programa de Prácticas ofrecido por el Departamento de Educación Científica, durante su paso por la materia "Práctica Docente I de Química", siendo requisito estar cursando la asignatura "Didáctica de la Química".

MATERIALES

Para poder abordar esta problemática, Loughran, Mulhall y Berry (2012) desarrollaron dos herramientas para documentar y retratar el CDC de profesores de Ciencias: la Representación del Contenido (ReCo) y los Repertorios de Experiencia Profesional y Pedagógica (RePyPs). La primera consiste en pedir al alumno indique las ideas o conceptos centrales del tema específico, y sobre cada una de ellas se le pide responda las preguntas relacionadas con factores que influyen las decisiones del docente, de las cuales se utilizará una modificación a la traducción al español de Garritz, Nieto, Padilla, Reyes Cardenas, y Velasco (2008) (Tabla 1).

Tabla 1. Preguntas para obtener la Representación del Contenido (ReCo).

1. ¿Por qué pensás que es importante para los estudiantes aprender estos conceptos?
2. ¿Qué es lo más importante que los estudiantes tienen que aprender alrededor de estos conceptos?
3. ¿Cuáles son las dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de estos conceptos?
4. ¿Qué deberías conocer sobre las formas y las capacidades de aprender de los estudiantes al momento de enseñar estos conceptos?
5. ¿Cuáles otros factores pensás que pueden influir en la enseñanza de estos conceptos?
6. ¿Qué estrategias de enseñanza emplearías para que los alumnos se comprometan con estos conceptos?

La ReCo nos permitirá categorizar el CDC sobre electroquímica, desde la unidad de sentido planteada por Martin y col. (2000), evidenciando la compleja naturaleza del mismo.

Los RePyPs son explicaciones narrativas del CDC de un docente para un contenido específico, como una forma de "evidenciar" el pensamiento del docente respecto de un dominio específico de su CDC, utilizándose para ampliar y complementar la información brindada en las ReCo.

También se realizarán entrevistas semiestructuradas (Flick, 2012), con el fin de profundizar en los diferentes aspectos del CDC expresados por los docentes y en la relación pCDC / eCDC. Se utilizarán también, registros de observaciones directas de clases, transcripciones de clases, documentos varios elaborados por los futuros docentes, grupos de discusión y videos de clase; a los cuales denominaremos en conjunto, Documentos Situados. Los datos provenientes de las múltiples fuentes serán triangulados para garantizar la validez de los resultados.

En la Tabla 2 se presenta una síntesis de los instrumentos a emplear en la investigación.

Tabla 2. Instrumentos

Instrumentos	ReCo
	Protocolos de Entrevistas
	Planificaciones
	Diarios de clase
	Documentos Situados

ANÁLISIS DE DATOS

Para el proceso general de análisis de los datos cualitativos, se empleará el modelo descrito por Miles, Huberman y Saldaña (2013) centrado en las instancias de reducción/condensación de datos, visualización de datos, extracción de conclusiones y verificación/validación de conclusiones. El análisis de los datos se desarrollará a partir de la identificación de regularidades o patrones y divergencias en registros provenientes de diferentes técnicas, a través de un proceso interactivo utilizando el método comparativo constante (Charmaz, 2014). Se construirán las categorías utilizando procesos inductivos -predominantemente-, previendo también la elaboración de categorías a priori que actúen como guía para la obtención de las categorías definitivas. Para la elaboración de sistemas de categorías se seguirán los criterios propuestos por Rodríguez Gómez y col. (1996).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S. K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1405-1416.
- Aydin, S., Friedrichsen, P., Boz, Y., y Hanuscin, D.L. (2014). Examination of the Topic-Specific Nature of Pedagogical Content Knowledge in Teaching Electrochemical Cells and Nuclear Reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 15 (4), 658-674.
- Baxter, J. A., y Lederman, N. G. (1999). Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.). *PCK and Science Education* (pp. 147-161). Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Carlson, J., y Daehler K. R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content knowledge in Science Education. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 77-92). Singapur: Springer.
- Charmaz, K. (2014). *Constructing Grounded Theory* (2da ed.). London, New Delhi, California, Singapore: Sage Publications.
- Flick, U. (2012). *Introducción a la Investigación Cualitativa*. Madrid, Ed. Morata.
- Garritz, A., Nieto, E., Padilla, K., Reyes Cardenas, F., y Velasco, R. (2008). Conocimiento didáctico del contenido en química. Lo que todo profesor debería poseer. *Campo Abierto*. 27 (1), 153-177
- Gómez Rodríguez, G., Gil Flores J., y García Jiménez, E. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Granada, Ediciones Aljibe.

- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Henze I., y Barendsen E., (2019). Unravelling Student Science Teachers' pPCK Development and the Influence of Personal Factors Using Authentic Data Sources. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 201-221). Singapur: Springer.
- Hume, A., Cooper, R., y Borowski, A. (2019). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Singapur: Springer.
- Kind, V. (2009). Pedagogical Content Knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204.
- Loughran, J., Milroy, P., Berry, A., Gunstone, R., y Mulhall, P. (2001). Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. *Research in Science Education*, 31, 289-307.
- Loughran, J., Mulhall, P., y Berry, A. (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. (2da ed.). The Netherlands: Sense Publishers.
- Magnusson, S., Krajcik, J., y Borko H. (1999). Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *PCK and Science Education* (pp.95-132). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Martin, E., Prosser, M., Trigwell, K., Ramsden, P., y Benjamin, J. (2000) What University teachers teach and how they teach it. *Instructional Science*, 28(5), 387- 412.
- Miles, M., Huberman, M., y Saldaña, J. (2013). *Qualitative Data Analysis – A Methods Sourcebook* (3ra. Ed.). London, New Delhi, California, Singapur: Sage Publications.
- Park, S., y Oliver, J. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261 – 284.
- Park, S., y Chen, Y. (2012). Mapping Out the Integration of the Components of Pedagogical Content Knowledge (PCK): Examples from High School Biology Classrooms. Teaching, y Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941.

- Rollnick, M., y Mavhunga, E. (2014). PCK of teaching electrochemistry in chemistry teachers: A case in Johannesburg, Gauteng Province, South Africa. *Educación Química*. 25(3), 354-362.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), p. 4-14.
- Stake, R. (2013). Estudios de casos cualitativos. En Denzin, N.K. y Lincoln, Y.S. (Coord.) *Manual de investigación cualitativa*, (pp.154-197).
- Wilson, C.D., Borowski A., y Van Driel, J., (2019). Perspectives on the Future of PCK research in Science Education and Beyond. En Hume, A., Cooper, R., y Borowski, A. (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 201-221). Singapur, Springer.

Escuela CONGRIDEC

EL APRENDIZAJE DE MODELOS ATÓMICOS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA A TRAVÉS DEL USO DE RECURSOS MULTIMODALES

Cinthia Noelia Perinez¹, Mabel Vega², Maricel Occelli³

1-Ayudante de clases prácticas. Escuela Secundaria Carlos Pellegrini. Santa Lucia, San Juan, Argentina.

2-Instituto de Ciencias Básicas. FFHA. UNSJ.

3-Grupo EDUCEVA-Ciencia TIC. Departamento de Enseñanza de la Ciencia y Tecnología. FCFyN. UNC. CONICET.

E-mail: cinthiaqf08@gmail.com

Resumen. El presente trabajo se desarrolla como proyecto de Tesis de la Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Da a conocer la línea de investigación, la metodología, como así también los objetivos que serán utilizados en la tesis.

Palabras claves. Aprendizaje, modelos atómicos, multimodalidad, secuencia didáctica.

Learning atomic models in secondary education through the use of multimodal resources

Abstract. This paper is developed as a thesis project in the Master of Education in Experimental Sciences and Technology issued by the School of Exact, Physical and Natural Sciences of the National University of Córdoba. It provides an approach on the research, the methodology, as well as the objectives that will be stated in the thesis.

Key words. Learning, atomic models, multimodality, didactic sequence.

INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN

En el contexto del aula de ciencias el docente, los estudiantes y el contenido se relacionan en un gran contexto de complejidad, donde interaccionan prácticas no lingüísticas y el lenguaje que es el canal de comunicación entre ellos. Podemos afirmar en este sentido que el lenguaje adquiere gran importancia porque "es vehículo de construcción de significaciones comunicables y compartibles sólo cuando el aprendizaje mismo está cargado de significatividad" (Galagovsky, Bonan y Adúriz-Bravo, 1998). Pero este lenguaje muchas veces produce un vacío en el discurso y esto se debe a la brecha existente entre el lenguaje cotidiano (en sus aspectos sintácticos y semánticos) y el lenguaje científico eru-

dito (Galagovsky, Bonan y Adúriz-Bravo, 1998; Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001). Este lenguaje erudito, que corresponde con el lenguaje de la ciencia de los científicos, debe sufrir modificaciones antes de llegar al aula teniendo en cuenta parámetros relevantes (Meinardi, Adúriz-Bravo, Morales y Bonan, 2002). Estas modificaciones que sufre el lenguaje erudito ayudan a que el alumno pueda comprender los conceptos científicos en el ámbito escolar y de esta manera surge la llamada ciencia escolar (Izquierdo, 1994; Izquierdo, 1999) o modelos teóricos escolares que se caracterizan por generarse a partir de los conocimientos eruditos (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003).

Otra cuestión a considerar es que la educación científica y tecnológica tiene lugar en contextos donde la información está cargada de representaciones. Por lo tanto, los docentes con frecuencia utilizan imágenes y prototipos para representar diversos aspectos técnicos en sus clases (Guevara y Valdez, 2004; Galagovsky y Bekerman, 2009). En relación a las imágenes como representaciones, Lowe (1997) sostiene que presentan un gran potencial como recurso de aprendizaje ya que no solo pueden utilizarse para su análisis, sino que también pueden modificarse.

En particular, para los procesos químicos una de las actividades de representación principal que debería realizar un estudiante es la construcción de modelos escolares que le permitan desarrollar un pensamiento sobre los fenómenos naturales, esto le permitirá al estudiante pensar en términos de átomos y moléculas para explicar los fenómenos químicos (Gómez Galindo, 2014).

La construcción de modelos no es un proceso sencillo, sino que requiere de varias características que Chamizo (2006) en uno de sus artículos los enuncia las ocho menos controversiales estas son:

- "Un modelo siempre está relacionado con un objeto, un sistema, o un proceso"
- "Un modelo es un instrumento para responder las preguntas de la ciencia"
- "Los modelos guardan ciertas analogías con el objeto, sistema, fenómeno o proceso que representan"
- "Los modelos se diferencian de los objetos, sistemas, o procesos que representan"
- "La construcción de un modelo es un compromiso entre las analogías y las diferencias que tienen con los objetos, sistemas, o procesos que representan"
- "Los modelos se desarrollan a través de un proceso iterativo en el cual la evidencia empírica permite revisar y modificar los presupuestos básicos de los mismos"

- “Un modelo es aceptado como conocimiento científico cuando ha sido publicado en una revista especializada”
- “Los modelos pueden ser: icónicos y conceptuales”

Más allá de estas ocho características menos controversiales, Acevedo Díaz, García-Carmona, Aragón-Méndez y Oliva-Martínez (2017) sostienen que los modelos y la modelización son muy importantes en los contextos científicos, dado que ayudan a la construcción de la ciencia moderna y son indispensables en las prácticas científicas.

En otras investigaciones (Giere, Magnani, Nersessian y Thagard, 1999; Ghisays, Villa y Elguedo, 2019) se afirma que los modelos son sumamente importantes para la ciencia dado que son entidades abstractas que remplazan aspectos del mundo que se desea enseñar y actúan para facilitar su comprensión. Es teniendo en cuenta esta afirmación que se clasifican los modelos en tres tipos los modelos explicativos, los modelos icónicos y los modelos icónicos explicativos.

- Los modelos explicativos según Ghisays, Villa y Elguedo (2019) son imaginaciones que utilizan los estudiantes para aportar nuevos términos teóricos e imágenes que le ayudan a expresar las visiones científicas del mundo. Según Ghisays y col. (2019) para poder este tipo de modelo explicativo es necesario que el docente genere una hipótesis que le permita al estudiante formularse preguntas e inquietar su pensamiento científico, “...en la búsqueda de analogías que describan, predigan y expliquen su similitud, relación o parecido con el fenómeno, o contexto de estudio...”. Estas actividades favorecerán el uso del lenguaje, que el estudiante comunique sus ideas en forma oral o escrita, que busque respuestas a preguntas como: ¿Cómo suceden determinadas situaciones científicas? ¿Por qué suceden?, etc.
- Los modelos icónicos según Carvajal (2002) se utilizan para representar secuencias de eventos en el tiempo teniendo en cuenta la argumentación y toma de decisiones. Es decir que estos modelos incluyen las partes y representaciones del modelo mental que desea representar. Este tipo de modelos incluyen imágenes visuales, como así también representar abstracciones y cualquier tipo de relaciones, en algunas situaciones se suelen combinar con elementos simbólicos.
- Los modelos icónicos explicativos apuntan a que los alumnos acompañen los dibujos que realizan con palabras, explicaciones, representaciones gráficas y utilicen un lenguaje apropiado (Ghisays et al., 2019). Gómez Galindo (2014) llama a este tipo de representaciones como multimodales donde se trabaja en forma coordinada diferentes tipos de modos semióticos “Se tra-

ta de que los alumnos acompañen sus dibujos con texto, o los expliquen, que utilicen gestos, gráficas y lenguaje matemático de forma coordinada". Sostiene también que la multimodalidad puede entenderse cuando los estudiantes van recurriendo a diferentes representaciones para explicar algún modelo. Usar diferentes modos semióticos favorece la construcción del modelo dado que va a ir enfatizando diferentes aspectos con cada uno (Gómez Galindo, 2014).

Tamayo Alzate, López Rúa y Orrego Cardozo (2017) afirman que hay que lograr que los estudiantes aprendan en profundidad, validen los modelos y logren mejorar la comprensión histórica de estos. La cual podría lograrse una vez identificados los obstáculos en su aprendizaje entre los modelos mentales y las actividades realizadas.

Estas características presentan un desafío para el docente, ya que debe tener muy claro que lo que se enseña son modelos y no realidades. Debe dejarse claro que en la actualidad el conocimiento químico es producido y comunicado a través de modelos (Chamizo, 2006).

Teniendo en cuenta lo enunciado por Chamizo (2006) y lo postulado por Guevara y Valdez (2004), podemos decir que la construcción de modelos químicos es muy compleja. Este proceso comienza con la interpretación de las características de los objetivos del modelo, sigue su contrastación y revisión para finalmente lograr que el uso que se le aplique al modelo responda al objetivo principal.

Se puede sostener que en la enseñanza y en el aprendizaje de la química se necesita de un lenguaje simbólico y de modelos analógicos, que son muy útiles para la comprensión de la materia en sí, pero pueden generar problemas para los estudiantes (Gómez Crespo, 1996). Gabel (1998) en sus estudios sostenía que una de las principales dificultades que poseen los estudiantes en la comprensión del complejo mundo de la química puede deberse a la difícil interpretación macroscópica y/o microscópica de los fenómenos químicos y la falta de relaciones entre estos dos niveles de interpretación de la materia.

Diferentes investigaciones en el área de las ciencias naturales se han orientado al desarrollo de estrategias que permitan abordar a las ciencias naturales considerando su naturaleza compleja a través de la multimodalidad. En este sentido, Gómez Galindo (2008) sostiene que: *"El uso coordinado de diversos modos semióticos o comunicativos ayuda a la construcción del modelo, ya que cada modo comunicativo enfatiza algunos aspectos del modelo: un diagrama, flujos y direcciones a través de flechas; una fórmula, proporciones; una maqueta, relaciones espaciales, etc..."*

En particular, comprender química no es una tarea sencilla, porque se

supone que docente y estudiantes deben llegar a compartir los significados científicos en un lenguaje químico y deben decodificar el mensaje utilizando los recursos que crean convenientes para ese proceso (Galagovsky, Bekerman, Di Giacomo y Alí, 2014).

Teniendo en cuenta todas las afirmaciones desarrolladas en los párrafos anteriores es que se pretende estudiar el diseño de una secuencia didáctica integradora de la química que buscará fomentar el desarrollo en la parte experimental, teórica y práctica; utilizando diversos recursos que permitan la construcción de modelos, identificación y posterior utilización.

OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar el aprendizaje de modelos atómicos en estudiantes de tercer año de la educación secundaria a partir de secuencias didácticas de abordaje multimodal.

Objetivos Específicos

- Diseñar una secuencia didáctica de abordaje multimodal para el aprendizaje del concepto modelo atómico.
- Identificar el conocimiento que tienen los estudiantes acerca del concepto modelo atómico antes y después de la implementación de una secuencia con abordaje multimodal.
- Distinguir los tipos de modelos atómicos (explicativo, icónico, icónico-explicativo) que expresa el estudiantado antes y después de la implementación de una secuencia con abordaje multimodal.

METODOLOGÍA

La metodología a utilizarse en la tesis será cualitativa, "*...se considera que la investigación cualitativa es un vocablo comprensivo que se refiere a diferentes enfoques y orientaciones*" (Atkinson, Coffey y Delamont, 2001: 7 en Vasilachis, 2009 p.24). En particular, esta tesis desarrollará una investigación didáctica centrada en el diseño y evaluación de una secuencia didáctica.

La investigadora en esta problemática adoptará una metodología que ayude a mejorar la calidad de las prácticas en nivel secundario, como así también las estrategias para la enseñanza del concepto de modelo atómico con la implementación de una secuencia didáctica con abordaje multimodal. La investigadora analizará el contexto de la institución y las características del curso.

Este estudio que realizará la investigadora se denomina "estudio de di-

seño" dado que tiene como objetivo: *"la producción de contribuciones teóricas, ya sea para precisar, extender, convalidar o modificar teoría existente o para generar nueva teoría"* (Reigeluth y Frick, 1999). Algunos de los propósitos que permiten este tipo de estudio son: *"[La investigación basada en diseño] nos ayuda a entender las relaciones entre la teoría educativa, el artefacto diseñado y la práctica. El diseño es central en los esfuerzos para mejorar el aprendizaje, crear conocimiento útil y avanzar en la construcción de teorías sobre el aprendizaje y la enseñanza en ambientes complejos"* (Design-Based Research Collective, 2003, p. 5).

En este sentido es que la investigadora llevará adelante una "investigación de diseño", que reconoce la existencia de diferentes ramas de influencia que se entrelazan en las prácticas áulicas y que modifica la relación entre la enseñanza y el aprendizaje (Rinaudo y Donolo, 2010).

El estudio tendrá lugar en una zona urbana del departamento de Albaradón, la institución educativa recibe a alumnos de zonas urbanas como así también de zonas rurales cuenta con nivel secundario con orientación técnica, es por tan motivo que los estudiantes que se egresan se insertan en el ámbito laboral en la mayoría de los casos. Su historia es muy reciente dado que fue creada en los últimos años y se encuentra en un constante crecimiento tanto en lo estructural como en lo académico.

La investigadora procederá a realizar observaciones previas a la implementación de las estrategias didácticas, elaboradas para la enseñanza del concepto modelo atómico en tercer año, esta observación brindará una idea sobre los estudiantes, sus saberes previos, el contexto de la institución y cómo esto influye en la relación de las y los estudiantes con la docente y los procesos educativos que allí tienen lugar.

Se iniciará con un pretest interactivo con preguntas sobre modelos atómicos, modelación y el átomo, estas preguntas van a incluir diversos recursos multimodales. Los datos obtenidos del pretest nos darán una idea sobre las ideas previas de los alumnos sobre modelos atómicos.

Luego se procederá a la co-construcción de la secuencia didáctica con la docente del curso quien la implementará, esta secuencia será sometida a evaluaciones entre pares de docentes de química para valorar su posterior implementación.

La investigadora participará como observadora no participante y tomará registros fotográficos, grabará audios de las interacciones discursivas que tiene lugar entre las y los estudiantes y la docente, tomará notas de campo y documentará las producciones desarrolladas por el estudiantado.

Se finalizará con la aplicación del postest que luego se procederá a un análisis y triangulación de las diferentes fuentes de información ponien-

do en juego categorías teóricas y aquellas que surjan de las regularidades de los datos para dar respuesta a cada uno de los objetivos.

DISCUSIÓN

Este proyecto de tesis busca construir conocimiento que permita mejorar las propuestas didácticas orientadas a fomentar el aprendizaje de las ciencias naturales, específicamente en el área de la química, para el tema modelos atómicos.

Gómez Crespo, Pozo y Gutiérrez (2004) en uno de sus trabajos sostienen que el estudiante para aprender ciencias necesita hacer un cambio profundo que ayude a reorganizar sus conocimientos y representaciones cotidianas.

Dentro del área de química se observan problemas que se generan debido a diferentes factores, que suelen estar relacionados con los límites que tienen los estudiantes para explicar los fenómenos científicos (Pozo, Gómez Crespo, Limón y Sanz, 1991). Una de esas dificultades que presentan los estudiantes se debe a la falta de comprensión en la interpretación macroscópica y/o microscópica de los fenómenos químicos y en algunos casos a la relación entre estos niveles (Furió y Furió, 2000; Nakamatsu, 2012).

En la representación submicroscópicas se presenta la materia constituida por partículas invisibles como átomos y moléculas (Nakamatsu, 2012). Estas partículas son consideradas sistemas reales y son muy complejos para aprenderlos directamente; es por este motivo que son reemplazados por un modelo que es más sencillo de trabajar. Este modelo debe facilitar su visualización y su comprensión conceptual (Guevara y Valdez, 2004)

En general estas representaciones realizadas con modelos suelen generar confusión en los estudiantes ya que deben considerar diferentes representaciones para explicar diversas situaciones que incluyen partículas submicroscópicas (Galagovsky y col., 2014). Algunos ejemplos de temáticas que presentan este nivel de complejidad en sus representaciones escolares son el estado de agregación de la materia (que está basado en el modelo de Dalton), la explicación de la uniones químicas (basado en el modelo atómico de Bohr) (Molina Díaz, 2016).

Galagovsky y col. (2014) sostiene que "*hablar química*" es hacerlo desde los modelos y que en algunas disciplinas requiere de la utilización de varios modelos para un mismo concepto, como lo es, modelos atómicos. Afirma también en otro de sus artículos que esto se complica mucho más cuando los estudiantes no conocen la función que cumplen y el alcance de estos (Galagovsky, 2011). Dominar el lenguaje químico es un gran problema con el que se enfrentan los estudiantes porque deben

manejar una serie de símbolos, formulas y nomenclatura universal (De Luca, Pappalardo, Constantino y Moreno, 2015).

Lemke (1998) afirma que los conceptos científicos requieren de varios modos, entre ellos: verbales, visuales, matemáticos y accionales, y que cada uno de ellos es un canal por el cual se emite información que posibilita al estudiante la construcción de significados. Esta visión que requiere de diferentes modos semióticos, fue titulada como visión multimodal de la comunicación científica (Kress, Ogborn, Martins, 1998). En este sentido, un aspecto que caracteriza al conocimiento científico es su naturaleza multimodal (Márquez, Izquierdo y Espinet, 2003).

Teniendo en cuenta las afirmaciones anteriores, podemos mencionar que la enseñanza de los modelos atómicos exige el diseño de secuencias didácticas que integren múltiples modalidades de representación (Kress, Jewitt, Ogborn y Tsatsarelis, 2001; Capuano y col., 2007; Gómez Galindo, Sanmartí y Pujol, 2007; Gómez Galindo, 2008; Gladic Miralles y Cautín-Epifani, 2016). Una manera de enseñar química de modo multimodal es a través de secuencias didácticas con actividades que vinculen imágenes, simulaciones, lectura y representaciones gráficas. Entendemos a las secuencias didácticas en función de la propuesta de Díaz Barriga (2013), es decir como un diseño en el que se parte de una pregunta principal, que busca generar interés en los estudiantes y movilizar sus ideas previas para centrar la atención en el tema que se quiere abordar. Las secuencias didácticas plantean al docente como guía y orientador y posiciona al estudiante como generador de su conocimiento. Así, se pretende que los estudiantes logren involucrarse de forma activa en el proceso de aprendizaje, y construyan un pensamiento científico.

En función de lo expuesto, se pretende desarrollar una tesis a partir del diseño de una secuencia didáctica con recursos multimodales para la enseñanza de modelos atómicos de la materia que responda al siguiente interrogante:

¿La implementación de una secuencia didáctica con abordaje multimodal favorece el aprendizaje de modelos atómicos?

Implicaciones

Con el desarrollo de la tesis desde el marco teórico y metodológico se pretende generar un cambio en el aprendizaje del concepto modelo atómico en alumnos de tercer año de la educación secundaria, este cambio se logrará con la implementación de una secuencia didáctica con abordaje multimodal.

Se espera que la secuencia didáctica con abordaje multimodal tenga gran aceptación en los estudiantes, dado que tendrá varias actividades interactivas. Se pretende que el estudiante sea responsable y tenga una

mejoría en el aprendizaje del concepto modelo atómico de la materia.

Se pretende también que esta investigación se convierta en la apertura de nuevas investigaciones en didáctica de las ciencias que ayuden al aprendizaje de modelos en el área de las ciencias naturales con abordajes multimodales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A, García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M. M., y Oliva-Martínez, J. M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista Científica*, 30(3), 155-166.
- Atkinson, P., Coffey, A. y Delamont, S. (1999). "Ethnography. Post, Past, and Present". *Journal of Contemporary Ethnography*, 28(5), 460-471.
- Caamaño, A. y Oñorbe, A. (2004). La enseñanza de la química: Conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique*, 41, 68-81.
- Capuano, V., Dima, G., Botta, I., Follari, B., de la Fuente, A., Gutiérrez, E. y Perrotta, M. (2007). Una experiencia de aula para la enseñanza del concepto de modelo atómico en 8º EGB. *Revista Iberoamericana de Educación*, 44(2).
- Carvajal, A. (2002). Enseñar a escribir críticamente en la educación superior: un análisis hermenéutico temático desde los modelos mentales. *Boletín virtual – agosto*, 6-8.
- Chamizo, J. (2006). Los modelos de la Química. *Educación Química*, 17(4) 476-482.
- De Luca, J., Pappalardo, P., Constantino, G., Moreno, R. (2015). Análisis de las dificultades de alumnos de primer año del ISFD 95 en el aprendizaje de conceptos químicos. *Actas IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Díaz-Barriga, A. (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Furió, C. y Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química* 11(3), 300-308.

- Gabel, D. (1998). The complexity of chemistry and implications for teaching. En B. Fraser y K. Tobin (ed.) *International Handbook of Science Education*. Londres: Kluwer.
- Galagovsky, L. (2011). (Coord.). *Didáctica de las ciencias naturales: el caso de los modelos científicos*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Galagovsky, L., Bekerman, D., Di Giacomo, M. y Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre "hablar química" y "comprender química". *Ciencia y Educação*, 20(4), 785-799.
- Galagovsky, L. y Bekerman, D. (2009). La química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 952-975.
- Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.
- Galagovsky, L., Bonán, L. y Adúriz Bravo, A. (1998). Problemas con el lenguaje científico en la escuela. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 315-321.
- Giere, R., Magnani, L., Nersessian, N. y Thagard, P. (1999). Using Models to Represent Reality. *Journal Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*, 41-57. Boston: Springer.
- Ghisays, I., Villa, M. y Elguedo, Y. (2019). *La indagación como actividad científica escolar para promover modelos del concepto de ósmosis en estudiantes de séptimo grado. Trabajo de investigación para optar el título de Magíster en Educación*. Universidad del Norte, Maestría en educación. Barranquilla - Atlántico
- Gladic Miralles, J. y Cautín-Epifani, V. (2016). Una mirada a los modelos multimodales de comprensión y aprendizaje a partir del texto. *Literatura y Lingüística*, 34, 357-379.
- Gómez Crespo, M. (1996). Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. *Alambique*, 7, 37-44.
- Gómez Crespo, M.; Pozo, J. y Gutiérrez Julián, M. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación Química*, 15(3), 198-209.
- Gómez Galindo, A. (2008). Construcción de explicaciones multimodales: ¿Qué aportan los diversos registros semióticos? *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 4(2), 83-99.

- Gómez Galindo, A. (2014). El uso de representaciones multimodales y la evolución de los modelos escolares. En: Merino, C., Arellano, M. y Adúriz-Bravo, A. (eds.). *Avances en Didáctica de la Química: Modelos y lenguajes*, 51-61. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Gómez Galindo, A., Sanmartí, N. y Pujol, R. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las ciencias*, 25(3), 325-340.
- Guevara, M. y Valdez, R. (2004). Los modelos en la enseñanza de la Química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje. *Educación Química*, 15(3) 243-247.
- Izquierdo, M. (1994). Las Ciencias de la Naturaleza en la E.S.O. ¿Un área común o disciplinas distintas? *Infancia y Aprendizaje*, 65, 31-34.
- Izquierdo, M. (1999). Aportación de un modelo cognitivo de ciencia a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 3-4.
- Izquierdo, M. y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science y Education*, 12(1), 27-43.
- Kress, G., Ogborn, J. y Martins, I. (1998). A Satellite View of Language: Some Lessons from Science Classrooms. Language Awareness, Special Issue: *Metacomunication in Instructional Settings*, 7(2, 3), 69-89.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J. y Tsatsarelis, C.H. (2001). *Multimodal Teaching and Learning. The Rhetorics of the Science Classroom*. Londres: Continuum.
- Lemke, J. L. (1998). Metamedia literacy: Transforming meanings and media. En: D. Reinking, M. McKenna, L. D. Labbo, y R. Kieffer (Eds.). *Handbook of literacy and technology: Transformations in a posttypographic world* (pp. 283-302). Disponible en línea: <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/reinking.htm> (3/4/16).
- Lowe, R. K. (1997). How much are pictures worth? *Faculty of Education, Curtin University of Technology. UniServe Workshop Proceedings*, pp. 20-24.
- Márquez, C., Izquierdo, M. y Espinet, M. (2003). Comunicación multimodal en la clase de ciencias: El ciclo del agua. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 371-386.

- Meinardi, E., Adúriz-Bravo, A., Morales, L. y Bonan, L. (2002). El modelo de ciencia escolar. una propuesta de la didáctica de las ciencias naturales para articular la normativa educacional y la realidad del aula. *Revista de Enseñanza de la Física*, 15(1), 13-21.
- Molina Díaz, C. (2016). *La modelación una competencia para la enseñanza y aprendizaje de los modelos atómicos en los estudiantes de grado séptimo*. Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Manizales, Colombia.
- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la Química. *En Blanco y Negro*, 3(2), 38-46.
- Pozo, J., Gómez Crespo, M., Limón, M. y Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: Las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: Servicio Publicaciones MEC.
- Rinaudo, M. y Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 22, 1-29.
- Reigeluth, Ch.M. y Frick, T.W. (1999). Investigación formativa: una metodología para crear y mejorar teorías de diseño. En C. M. Reigeluth (Ed.) *Diseño de la instrucción. Teorías y modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción* (Parte II, 181-100). Madrid: Aula XXI. Santillana.
- Tamayo Alzate, O., López Rúa, A. y Orrego Cardozo, M. (2017). Modelización multidimensional en la didáctica de las ciencias. Una aplicación en la enseñanza y aprendizaje de la inmunología. X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, n. ° extraordinario, 4313-4317.
- Vasilachis de Gialdino, I. (2009). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa Editorial.

Informaciones y novedades

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

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

REFLEXIONES SOBRE LOS CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS...

Esta vez me toca hacer un informe en épocas de aislamiento social preventivo y obligatorio. Tiempo en el cual las reuniones de personas y los viajes están prohibidos o suspendidos por razones que tienen que ver con el cuidado de la salud. Y me preguntaba entonces, ¿en qué medida las reuniones están prohibidas o suspendidas?

A partir de que empezamos a vivir estos tiempos tan extraños hemos recibido en nuestros celulares miles de invitaciones a reuniones virtuales. Nos hemos encontrado con gente que generalmente por la distancia, no nos encontrábamos (vaya paradoja). Hemos recibido miles de propuestas de asistencia a cursos, conferencias, encuentros virtuales.

Es decir, nos fuimos reinventando y los lugares pasaron a ser virtuales, y aunque nuestro lugar real fuera siempre el mismo, sentados/as frente a la computadora. Y esto parece ser que es algo que nos sucede a todos/as. Un filósofo cordobés, Darío Sandrone (2020), allá por el principio del aislamiento, decía:

"En este contexto, el afuera de lo digital se hace más hostil y el adentro más amigable. Por un lado, los límites dispuestos para los cuerpos se intensifican de repente. Los muros de las casas, los límites provinciales, las fronteras nacionales se cierran inflexiblemente para que ningún cuerpo entre o salga. Por el contrario, las restricciones al interior de lo digital se relajan o desaparecen para que los humanos virtualizados «circulen» con mayor libertad. (...) El adentro digital (el adentro del adentro) se acondiciona para que todos estemos cómodos y placenteramente instalados, como quien prepara la habitación a un huésped que planea quedarse mucho tiempo. Por lo pronto, habrá que seguir imaginando el porvenir, no tanto a la manera de un gurú que anuncia el fin del mundo o del capitalismo, sino, por el contrario, para intentar comprender en qué formas continuarán ambas cosas."

Nos cabría en este espacio quizás imaginar el porvenir de los congresos, jornadas y seminarios en los que participamos. La necesidad o no de las reuniones de personas, la necesidad o no de los viajes.

Obviamente que siempre es interesante conocer otras culturas, pero, ¿puede ser que el presente en el que estamos viviendo nos esté demostrando que para discutir nuestras investigaciones y para compartir nuestras ideas y hallazgos no sea necesario movilizarse? Algo que a lo mejor ya sabíamos de antemano y por eso ya existían congresos virtuales como el de la Universidad de Vigo, o existían en los congresos presenciales videoconferencias.

Siguiendo con esta reflexión, quizás sí los encuentros sirvan para algo, para construir el espacio de lo común de la comunidad de didactas. Porque sí es verdad, también, que un congreso es mucho más que las conferencias, mesas redondas, presentaciones y talleres que asistamos. Y hablando de talleres, este es realmente un espacio que es muy difícil de trasladar a lo virtual. Y es justamente el espacio de los talleres el que más se hace necesario si pretendemos que las investigaciones lleguen a las aulas y al mismo tiempo que los problemas de las aulas lleguen a las investigaciones.

Así, los organizadores de las reuniones científicas que estaban programadas para este año optaron por transformarlas en virtuales o posponerlas. Quizás no medió una reflexión sobre los porqués de hacerlo de la forma elegida. Quizás lo único que estuvo presente fue la urgencia del momento, de decidir frente a la incertidumbre. De hacer lo mejor posible pensando desde el ayer, el antes de la COVID-19, que quizás se replique o no en el mañana.

Ni los organizadores, ni nosotros conocemos el futuro. No sabemos qué consecuencias tendrá la pandemia. No solo en cuanto a la salud, sino en cuanto a la posibilidad o no de realizar viajes en avión y mucho menos en cuanto a la economía mundial. Igualmente queríamos acercarnos en esta ocasión las reuniones científicas que están programadas y reprogramadas en forma presencial y virtual. Esperamos que como siempre lo ha sido, una vez más les sea de utilidad la información que recabamos y detallamos a continuación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sandrone, D. (2020, 27 de marzo). *Cuando despertó, el capitalismo estaba allí*. Hoy día Córdoba. <https://www.hoydia.com.ar/opinion/122-cultura-y-tecnologia/67725-cuando-se-desperto-el-capitalismo-todavia-estaba-alli.html>

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

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

V Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias (SIEC 2020)

Un congreso online de investigación en enseñanza de las ciencias

Organizado por la Universidad de Vigo.

15 a 18 de junio 2020.

<http://siec2020.educacioneditora.net/> o <http://siec2020.webs.uvigo.es/>

10th International Conference on Research in Didactics of the Sciences, DidSci 2020

Organizado por el Departamento de Educación en Biología y Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Pedagógica, Cracovia, Polonia.

Fecha límite para la inscripción: 10 de junio de 2020.

Fecha límite para el envío de resúmenes: 10 de junio de 2020.

Debido a la pandemia de Covid-19 se realizará en forma virtual:

17 al 19 de junio 2020.

<http://didsci2018.up.krakow.pl/index.php/en/>

18TH LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology

Engineering, integration, and alliances for a sustainable development

Hemispheric cooperation for competitiveness and prosperity on a knowledge-based economy

Organizado por LACCEI, OEA, CONFEDI, Asibei

Debido a la pandemia de Covid-19 se realizará en forma virtual:

29 al 31 de julio de 2020.

<http://wp.eng.fau.edu/laccei2020/>

15° Simposio de Investigación en Educación en Física (SIEF 15)

La física como parte de la Cultura

Fecha límite de envío de trabajos: 6 de julio de 2020.

Debido a la pandemia de Covid-19 se realizará en forma virtual:

5 al 9 de octubre de 2020.

<http://apfa.org.ar/sief15/>

Seminario Internacional de la Asociación Latinoamericana de Investigación en Educación en Ciencias LASERA 2020

Organizada por el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria del Instituto Politécnico Nacional, la Asociación Latinoamericana de Investigación en Educación en Ciencias, la Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad Galileo, Universidad del Estado del Amazonas (UEA) - Brasil y la Universidad de Guanajuato.

Fecha de envío de resúmenes: 15 de agosto de 2020.

13 al 16 de octubre, Antigua Guatemala.

<http://la-sera.org/>

STE 2020 1st International Conference on Science and Technology Education

Organizado por la Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

15 al 16 de octubre de 2020, Porto, Portugal.

<https://web.fe.up.pt/~ste2020/>

XX ENDIPE (Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino)

Fazeres-Saberes pedagógicos: diálogos, insurgências e políticas

Organizado por la UFRJ, la UNIRIO, la UFF, la UFRRJ, la UERJ, la UNESA, la UCP, la PUC-Rio, el IBC, el INES, y el ISERJ.

Fecha reprogramada: 29 de octubre al 1 de noviembre de 2020, Río de Janeiro, Brasil.

<http://xxendiperio2020.com.br>

VII Jornadas Nacionales y III Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en las Carreras Científico-Tecnológicas

Organizadas por la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Tucumán.

Fecha reprogramada: 4 al 6 de noviembre de 2020, Tucumán, Argentina.

<http://www.frt.utn.edu.ar/ipecyt/>

1ER Congreso Internacional sobre Educación Científica y Problemas Relevantes para la Ciudadanía

Organizado por la Universidad de Málaga.

Fecha de envío de resúmenes: 1 de julio de 2020.

Fecha límite de inscripción: 12 de noviembre de 2020.

Debido a la pandemia de Covid-19 se realizará en forma virtual:
12 y 13 de noviembre de 2020.

<https://www.congresoencic2020.com/>

VII Seminario Iberoamericano CTS (VII SIACTS)

Veinte años de avances y nuevos desafíos en la educación CTS para el logro de objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Organizado por la Universitat de València y la Asociación Iberoamericana Ciencia-Tecnología-Sociedad en la Educación en Ciencias (AIA – CTS).

Inscripción temprana: hasta el 30 de setiembre de 2020.

Fecha reprogramada: 19 al 21 de noviembre de 2020, Valencia, España.

<https://congresos.adeituv.es/cts2020/>

26th IUPAC International Conference on Chemistry Education (ICCE 2021)

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

Fecha reprogramada: 26 al 30 de enero de 2021, Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

<https://www.icce2021.org.za/>

29 Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales Y 5ª Escuela de Doctorado

Nuevos horizontes en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias

Organizado por la Universidad de Córdoba y APICE.

Fecha reprogramada: 5ª Escuela Doctorado: 8 y 9 de febrero de 2021, Córdoba, España.

Fecha reprogramada: Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: 11 al 12 de febrero 2021, Córdoba, España.

<https://www.uco.es/29edce/>

2021 Annual International Conference, 94TH NARST

Science education, a public good for the good of the public? Research to empower, evoke, and revolutionize

Organizada por la National Association of Research in Science Teaching.

Fecha límite para el envío de trabajos: 15 de agosto de 2020.

7 al 10 de abril de 2021, Orlando, Florida, Estados Unidos.

<https://narst.org/conferences/2021-annual-conference>

2021 IHPST Biennial Conference

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

Organizado por la Universidad de Calgary.

4 al 8 de julio de 2021, Calgary, Alberta, Canadá.

http://www.ihpst.net/content.aspx?page_id=22yclub_id=360747ymodule_id=400512

Chemistry Education Research and Practice (GRS)

Gordon research seminar

Inscripción hasta: 12 de junio de 2021

10 y 11 de julio de 2021, Lewiston, Maine, Estados Unidos

<https://www.grc.org/chemistry-education-research-and-practice-grs-conference/2021/>

Chemistry Education Research and Practice

Gordon research conference

Inscripción hasta: 13 de junio de 2021

11 al 16 de julio de 2021, Lewiston, Maine, Estados Unidos

<https://www.grc.org/chemistry-education-research-and-practice-conference/2021/>

6th International STEM in Education Conference

Organizado por la University of British Columbia.

Recepción de nuevos resúmenes: Primavera de 2020.

Fecha reprogramada: 15 al 17 de julio de 2021, Vancouver, Canada.

<http://stem2020.ubc.ca/>

Visualization in Science and Education

Gordon Research Conference

Inscripción hasta: 20 de junio de 2021

18 al 23 de julio de 2021, Lewiston, Maine, Estados Unidos

<https://www.grc.org/visualization-in-science-and-education-conference/2021/>

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, Guelph, Ontario, Canadá

<https://chemed2021.uoguelph.ca/>

14TH Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2021)

30 de agosto al 3 de setiembre de 2021, Braga, Portugal.

<https://www.esera.org/conference/33-conference/830-esera-conference-2021-praga-portugal>

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.

7 al 10 de septiembre de 2021, Lisboa, Portugal.

<https://argoseduca.congressus.es/congresoenseciencias/11congreso>

XIV Jornadas Nacionales, IX Congreso Internacional en Enseñanza de la Biología

¿Es posible la interdisciplina en la enseñanza de la Biología? Desafíos y propuestas

Organizado por ADBIA y el Instituto de Educación Superior Estanislao Maldones, el Instituto de Educación Superior Clara J. Armstrong, el Dpto de Investigación del Instituto de Educación Superior Estanislao Maldones y la Dirección de Educación Superior de la Provincia de Catamarca.

Inscripción temprana: 1 de junio de 2021

Fecha límite de envío de trabajos: 1 de junio de 2021

Fecha reprogramada: 7 al 9 de octubre de 2021, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, Argentina.

<http://adbia.org.ar/congreso2021/>

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.

Fecha límite para el envío de comunicaciones: 16 de octubre de 2020

Fecha reprogramada: 13 al 15 de octubre de 2021, Bogotá, Colombia.

<http://congresointernacionalprofesoresciencias.co/>

ECRICE 2020/2022

Excellence and Innovation in Chemistry Teaching and Learning

Organizada por The Weizmann Institute of Science

Webinar: 6 de julio 2020 con las conferencias plenarias pensadas para la edición 2020.

Fecha reprogramada: 11 al 13 de julio de 2022, Israel

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

VI Congreso Internacional de Docentes de Ciencia y Tecnología y Jornadas sobre Investigación y Didácticas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)

Organizado por la Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid.

Fecha probable de reprogramación: Octubre de 2020, Madrid, España.

<http://www.epinut.org.es/CDC/6/>

XXXIII Congreso Argentino de Química

Organizado por la Asociación Química Argentina.

Fecha probable de reprogramación: Octubre de 2021, La Plata, Argentina.

<http://www.aqa.org.ar/>

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)

Período de envío de trabajos: 27 de julio al 4 de septiembre de 2020.

Fecha probable: Segundo semestre 2021, Caldas Novas, Goiás

Primera circular: <http://abrapecnet.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2020/04/Circular-01-XIII-Enpec.pdf>

<http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/>

IV Jornadas Internacionales Problemáticas en torno a la Enseñanza en la Educación Superior

Diálogo abierto entre la didáctica general y las didácticas específicas

Organizado por las cátedras de Didáctica General y Específicas, nucleadas en el Instituto de Desarrollo e Investigación para la Formación Docente (INDI) y en el Instituto Superior de Música (ISM) de esta Facultad.

Debido a la pandemia de Covid-19 se realizará en forma virtual:
Fecha a confirmar.

Consultas: didacticaseneducaciosuperior4@gmail.com

http://www.fhuc.unl.edu.ar/noticia/41974/problem%C3%A1ticas_en_torno_a_la_ense%C3%B1anza_en_la_educaci%C3%B3n_superior.html

II Jornadas Regionales de Investigación en Educación Superior

Organizada por la Universidad de la República Uruguay, Administración Nacional de Educación Pública y NUCLEO

Fecha de realización a confirmar

<https://www.cse.udelar.edu.uy/jies2020/>

V Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias

Organizado por la Universidad del Norte y la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias (REDLAD)

Barranquilla, Colombia

Fecha de realización a confirmar

Informes: vcongreso_redlad@uninorte.edu.co

<https://www.uninorte.edu.co/web/educacion-continuada/congreso-latinoamericano-de-investigacion-en-didactica-de-las-ciencias>

XX Encontro Nacional de Ensino de Química

Organizado por la División Enseñanza de la Química de la Sociedad Brasileira de Química

Recife, Pernambuco, Brasil

Fecha de realización a confirmar

<https://www.facebook.com/ENEQPE/>

XIX Reunión de Educadores en la Química (REQ XIX),

Organizado por ADEQRA y la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM).

Posadas, Misiones.

Fecha de realización a confirmar

Consultas: info20reqxix@gmail.com

<https://www.facebook.com/Adeqra-100140651380745/>

Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales

Organizado por CONGRIDEC y la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales.

Posadas, Misiones.

Fecha de realización a confirmar

Consultas: iiiwidic2020@gmail.com

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

Fecha de realización a confirmar

<https://www.facebook.com/sccqCol/>

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

C o n t e n i d o

Para profundizar

La biotecnología le da "una vuelta más de rosca" a la química <i>Lourdes Puig, Adriana M. Carlucci, Lucrecia M. Curto</i>	5
--	---

De interés

Implementación de habilidades lingüísticas específicas en el ciclo básico de educación secundaria: proyecto "Obtención de celulosa de algas patagónicas" <i>Andrea Silvana Ciriaco</i>	14
---	----

Ideas para el aula

Actividades lúdicas digitales para el aula de química <i>Sergio Baggio</i>	23
---	----

Reacciones nucleares y radiactividad: un abordaje posible desde el enfoque del aprendizaje basado en problemas <i>Valeria Edelsztein, Dora Castellsaguer</i>	37
---	----

Enseñar química en tiempos anormales <i>Andrea S. Farré</i>	49
--	----

Escuela CONGRIDEC

La formación de nuevos investigadores en didáctica de la química <i>Adriana Rocha, Adriana Bertelle y M. Gabriela Lorenzo</i>	65
--	----

Estudio del uso de la realidad aumentada en la enseñanza del tema geometría molecular en un curso de educación secundaria <i>Eugenia Labarrieta; Adriana Bertelle y Ana Fuhr Stoessel</i>	69
--	----

La construcción del conocimiento didáctico del contenido en la formación de profesores de química <i>María Fernanda Echeverría, María Basilisa García</i>	81
--	----

El aprendizaje de modelos atómicos en educación secundaria a través del uso de recursos multimodales <i>Cynthia Noelia Perinez, Mabel Vega, Maricel Occelli</i>	94
--	----

Informaciones y novedades

Reflexiones sobre los congresos, jornadas y seminarios... <i>Andrea S. Farré</i>	106
---	-----

Congresos, jornadas, seminarios de aquí y de allá... <i>Andrea S. Farré</i>	108
--	-----