

os años de pandemia por SARS-CoV-2: ¿qué sabemos sobre la comunicación de riesgo?

Erina Petrera

Departamento de Química Biológica. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Argentina.

epetrera@qb.fcen.uba.ar

[Versión para imprimir](#) 

Hace dos años, en marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud declaraba pandemia al brote por SARS-CoV-2. Los sucesos acontecidos a partir de esa fecha son de público conocimiento y si bien no se vivieron con la misma intensidad se fueron replicando en todo el mundo.

Como bien contaba en abril del 2020 [1], al mes de aparecer la enfermedad producida por el virus, éste ya había sido secuenciado, identificado y clasificado como SARS-CoV-2. Si tenemos en cuenta que se necesitaron varios años para poder identificar al virus del SIDA, entre otros, contar con dicha información al mes de aparecida la nueva enfermedad habla de la rápida respuesta científica, así como también de cuanto ha avanzado la tecnología.

Hemos sido testigos de una revolución científica donde primó la cooperación entre laboratorios de diversos lugares del mundo como hacía mucho tiempo que no se veía. Además, hubo un masivo aumento del financiamiento en ciencia destinado a la investigación con énfasis en el desarrollo de pruebas diagnósticas y vacunas. Me parece oportuno remarcar que el rápido desarrollo de las vacunas no fue de un día para otro sino que se basó en decenas de años de investigación en enfermedades infecciosas y vacunología.

Muchas de las vacunas desarrolladas ya han sido aplicadas a una gran proporción de la población mundial, lo que ha logrado una disminución en las internaciones y en la aparición de síntomas severos. Sin embargo, se estima que hasta que no estén la mayoría de las regiones del mundo vacunadas el riesgo de que aparezcan nuevas variantes de preocupación seguirá vigente.

Mientras el conocimiento científico previamente acumulado fue utilizado a favor de las subsiguientes investigaciones sobre el nuevo coronavirus, el abordaje en la comunicación de riesgo tuvo muchos traspiés tanto a nivel nacional como mundial.

Hubo un contrasentido entre el abordaje de la enfermedad en los hospitales y la comunicación. Mientras los trabajadores de la salud aprendían in situ cómo tratar a sus pacientes, pagando muchas veces el desconocimiento con su propia vida, la generación de noticias falsas generaba ansiedad y preocupación o acciones en contra de lo recomendado por los organismos de salud pública.

La comunicación de riesgos no es una novedad, es un tema en el que se viene trabajando desde hace muchos años. La Organización Mundial de la Salud, que ha trabajado incansablemente durante esta pandemia, actualizó en 2017 su guía para políticas y prácticas de comunicación de riesgos de emergencia donde establece varias pautas a seguir. También aclara que no importa cuán bien planificadas estén las intervenciones de comunicación de riesgos, si las personas no confían en la fuente de información, no tendrán buen resultado. Para esto lo más importante es generar confianza, saber comunicar la incertidumbre e incentivar la participación comunitaria. Pero idealmente todo esto debe lograrse antes de que el riesgo aparezca en escena.

La generación de confianza es clave porque ninguna persona sigue indicaciones de alguien en quien no confía. Por el contrario, es muy común el re-envío de mensajes falsos confiando en el amigo o familiar que lo mandó contribuyendo de esta manera a la infodemia o exceso de información circulante.

Estudios previos han mostrado que la respuesta del público a la comunicación del riesgo en emergencias de salud pública es más exitosa si es llevada a cabo por expertos, debido a que son considerados confiables [2]. Sin embargo, la mayoría de los médicos, epidemiólogos, y científicos no recibimos entrenamiento en este tema.

Para generar confianza en la población, la información debe ser transparente, oportuna, fácil de entender, debe reconocer la incertidumbre y difundirse usando distintas plataformas, métodos y canales. Es muy importante no

ocultar la información negativa, fomentar el diálogo, asegurar la coordinación entre autoridades de salud y medios de comunicación y además, prevenir la información contradictoria. Es indispensable involucrar a las personas en las cuales confía la comunidad para garantizar intervenciones colaborativas. Asimismo, las redes sociales y los medios de comunicación tradicionales deben formar parte de una estrategia integrada para lograr que la información sea verificada y precisa. Los mensajes no deben contener tecnicismos y deben promover acciones específicas que sean realizables para que las personas puedan proteger su salud.

Tal vez, la comunicación de riesgo debería ser también parte de la currícula de la escuela, como el grooming o el cyberbullying, donde se enseñe la importancia de conocer las fuentes de información y la responsabilidad al utilizar las redes sociales.

Por otro lado, es importante que la comunicación de la ciencia esté a cargo de la gente que sabe, y no es suficiente con saber de ciencia, hay que saber comunicarla. En nuestro país hay muchos periodistas científicos que no fueron convocados por los medios de comunicación. Mientras que las personas capacitadas para comunicar la ciencia no tienen un lugar en los medios, hemos escuchado a especialistas en economía, entre otras especialidades, hablar sobre la severidad de la COVID-19.

Si el periodismo no sabe comunicar la ciencia y la incertidumbre, probablemente generará más ansiedad en el público que herramientas para prevenir la enfermedad. La mayoría de los periodistas científicos tuvieron que salir a desmentir noticias falsas desde sus redes sociales hasta encontrar el nicho donde ser escuchados. La finalidad de la comunicación de la ciencia no es desmentir noticias falsas sino prevenirlas.

Por último, y no por eso menos importante, la publicación científica también tuvo sus bemoles. El negocio cada vez más próspero de las revistas científicas, tema de un próximo editorial, quedó en evidencia cuando todas comenzaron a publicar artículos sobre el tema, siendo algunos de ellos de dudosa rigurosidad científica.

Las pandemias y las situaciones de riesgo nos ponen en jaque, nos interpelan. Sería importante que pensemos como podemos involucrarnos para que la próxima vez, porque va a haber una próxima, podamos mitigar parte de estos problemas.

Referencias

1. **Erina Petrera** (2020) Pandemia por SARS-CoV-2. *Revista Química Viva*, 19. <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v19n1/E0177.html>
2. **Glik DC** (2007) Risk communication for public health emergencies. *Annu Rev Public Health*; 28:33–54.

Bibliografía

World Health Organization 2017. Communicating risk in public health emergencies. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>. Accesado 10/04/2022.

Tsao SF, Chen H, Tisseverasinghe T, Yang Y, Li L, Butt ZA (2021) What social media told us in the time of COVID-19: a scoping review. *Lancet Digit Health*; 3: e175–94. DOI:[https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30315-0](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30315-0)

Malecki KMC, Keating JA, Safdar N (2021) Crisis Communication and Public Perception of COVID-19 Risk in the Era of Social Media. *Clinical Infectious Diseases*, 72: 697–702, <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa758>.

 **Química Viva**

ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista **Química Viva**

Número 1, año 21, Abril 2022

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar

Básica

Luis Angel Aguilar Carrasco¹, Itxel Cid Polo², Jessica Montiel Algreto³

1 Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

2 Centro de Especialización y Atención Psicológica. Puebla, México

3 Facultad de Ciencias para el Desarrollo Humano. Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México

luis.aguilar@correo.buap.mx

[Versión para imprimir](#) 

Resumen

Se presenta una experiencia de clase en el curso Química Analítica Básica, asignatura del segundo semestre de la Licenciatura en Químico Farmacobiólogo, en la cual se hizo entrega a los estudiantes de una serie de problemas contextualizados. Posteriormente se solicitó presentar el análisis del problema asignado y su solución, haciendo uso del programa de código abierto *eXeLearning*, el producto generado es compartido a través de una carpeta de Google Drive. El planteamiento de la solución de los problemas se realizó en equipos de cuatro personas. Posteriormente, en sesión plenaria se intercambiaron opiniones respecto a la propuesta de resolución de cada uno de los problemas. Finalmente se realizó un sondeo sobre la opinión de los estudiantes entorno al uso del software, para lo cual se preparó un cuestionario que se aplicó a través de *Google Forms*, y se validó mediante la estimación del KR20.

Palabras clave: eXeLearning, contexto, problemas, química analítica.

Summary

A class experience is presented in the course Basic Analytical Chemistry, subject of the second semester of the Degree in Chemical Pharmacobiologist. A series of contextualized problems was given to students, who were subsequently asked to present the analysis of the assigned problem and its solution, making use of the open source program *eXeLearning*. The generated product is shared through a folder of Google Drive. The approach to the solution of the problems was carried out in teams of four people and later, in plenary session opinions were exchanged on the draft resolution of each of the exercises, Finally, a survey was conducted on the students' opinion about the use of the software, for which a questionnaire was prepared that was applied through Google Forms, and validated by KR20.

Keywords: eXeLearning, context, exercises, analytical chemistry.

Introducción

Uno de los principales retos a los que se enfrentan los profesores de asignaturas de las áreas consideradas como “ciencias duras” (matemáticas, química y física) es explicar a los estudiantes la trascendencia que tienen aquellos conceptos y leyes que son revisados en el salón de clases en situaciones “reales”. Para el caso específico de la formación profesional, los alumnos cuestionan de manera constante la utilidad de algunos temas dentro de la ruta crítica, y la repercusión que éstos tienen para asignaturas posteriores dentro de la carrera que se encuentren estudiando, todo ello implica un reto importante para los docentes quienes pueden generar actividades ubicándolas en contextos los cuales pueden favorecer el aprendizaje de los alumnos.

La situación mundial actual, ha obligado a los docentes de diferentes niveles educativos a buscar la forma de adecuar o de cambiar (en algunos casos) de manera radical la forma en la que imparten los temas de sus clases, algunos docentes mencionan que ha sido un completo reto debido a que tienen que hacer de manera diferente algo que han hecho rutinariamente durante 20 años o más (Informe de Evaluación Docente PIEVA-BUAP 2020).

Además de que es necesario emplear nuevas herramientas o dedicarle un mayor tiempo al uso de aquellas que ya conocían pero que subutilizaban, los profesores deben ocuparse de hacer entender a los alumnos lo trascendental

que una asignatura u otra puede llegar a ser a lo largo de su formación profesional.

En el año 2004 Mercé Izquierdo definió la falta de estudiantes interesados en estudiar una carrera asociada a la química como "Crisis en la enseñanza de la Química". En el artículo, la autora hace mención de una serie de comentarios negativos por parte de estudiantes de distintos cursos tanto universitarios como preuniversitarios. En dichos comentarios la concepción general se refería a lo complejo que resultaba recordar los conceptos y las fórmulas que se deberían de aplicar en problemas que para ellos no tenían ningún sentido.

Meroni et al (2015) realizaron una serie de entrevistas a profesores de educación secundaria, en las cuales preguntaban los cambios que había principalmente sobre las prácticas de laboratorio, para que sus estudiantes comprendieran de mejor forma los conceptos. Las respuestas en su mayoría se encaminaron al rediseño de actividades a partir de un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad).

Para estos profesores lo más importante es hacer entender a los estudiantes que revisar definiciones como molécula o compuesto les ayudarán a comprender situaciones y fenómenos que se pueden observar a diario, como por ejemplo una granizada, los procesos de cocción en la cocina o el funcionamiento del foco que encienden en la casa al momento de hacer las tareas de cada día.

Aguilar y Cid (2013) realizaron una revisión sobre cómo ha sido modificado el currículo de las asignaturas de química en educación secundaria en México. Uno de los principales hallazgos que encontraron fue que al paso de los años los programas oficiales se han ocupado de integrar actividades que relacionen los saberes con el entorno.

En cualquiera de los casos, es un hecho que los docentes se enfrentan a un reto muy importante, ello implica la necesidad de buscar estrategias que favorezcan los aprendizajes de los alumnos, y que les sean útiles para comprender los diferentes temas que forman parte del currículo de la asignatura. Pareciera que contextualizar los aprendizajes en la educación superior es más sencillo que en la educación básica y media superior, debido a que los alumnos toman la decisión sobre la carrera que estudiar con base a sus intereses, no obstante, la contextualización de los saberes continúa siendo uno de los retos más importantes para los docentes sin importar el nivel educativo.

eXeLearning

La aparición de las herramientas virtuales ha dado un giro a la manera en la que los alumnos de diferentes edades estudian y comprenden los temas, un alumno tiene al instante acceso a un sinnúmero de información y datos sobre un tema, por ejemplo, en una búsqueda sencilla, al escribir la palabra átomo en la barra del buscador de Google se devuelven más de siete millones de resultados. Ibagón (2018) analizó el uso de los videojuegos para enseñar historia, su primicia se basa en el aprovechamiento de los juegos para analizar características de los personajes de alguna época como la vestimenta o el armamento.

Más allá de los videojuegos, desde hace algunos años se han desarrollado diferentes herramientas virtuales que buscan construir un proceso enseñanza-aprendizaje mucho más interactivo. Díaz Pinzón (2017) realizó un estudio sobre la implementación de Edmodo como herramienta virtual de aprendizaje. La utilización de esta herramienta configurada a manera de red social busca abrirse paso y sustituir el empleo de Facebook como medio de comunicación entre alumnos y profesores

Hoy día existe un importante número de aplicaciones y herramientas para diseñar una presentación, un cartel o incluso generar una página web de libre acceso. Aguilar et al (2016) analizaron el uso de eXeLearning para enseñar el tema "Volumetría ácido-base" en un curso de Química Analítica. En ese momento la estrategia consistió en presentar a los alumnos el tema y los problemas que debían ser resueltos a través de la herramienta, así mismo hicieron una comparación entre dos grupos de estudiantes uno en el que se implementó la estrategia y otro en el que el tema se enseñó bajo una metodología tradicional.

eXeLearning es una herramienta de acceso abierto para crear contenidos y una de las ventajas que presenta es que el autor no necesita conocer código HTML o XML. Además, la aplicación permite generar árboles de contenido, elementos multimedia y actividades de autoevaluación. Una de sus posibles desventajas es la limitante en los diseños de los contenidos dado que estos se encuentran precargados y aunque permite incluir imágenes, la mayoría de los diseños no son atractivos a la vista.

Materiales y método

Se realizó una investigación de corte etnometodológico con un grupo integrado por 40 estudiantes de la Licenciatura en Químico Farmacobiólogo de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla durante el periodo denominado Primavera 2021 (enero-mayo 2021).

Indicaciones: Deberán conformar equipos de tres personas, cada equipo seleccionará un área de interés profesional (análisis clínicos, farmacia o alimentos). Con base al área seleccionada, el profesor enviará a vuelta de correo a la cuenta de uno de los integrantes del equipo un problema relacionado con el área de su selección, en donde tengan que usar las técnicas volumétricas para resolver dicho problema.

La resolución del problema deberá realizarse a partir de dos análisis, el primero se denomina “ciclo corto” y se basa en la respuesta de cuatro preguntas:

1. ¿Quién?
2. ¿Qué?
3. ¿Por qué?
4. ¿Cuándo?

Y en el análisis de un llamado “ciclo largo” en donde se los alumnos deben de priorizar

1. Situación Inmediata para resolver
2. Asunto de fondo que llevará a la resolución del problema
3. Causas y efectos
4. Detección de información ausente
5. Supuestos
6. Generación de Alternativas

Una vez que tengan la solución al problema, utilizarán el programa eXeLearning, este programa permite explicar brevemente el fundamento del tema que se está trabajando, colocar el problema y plantear actividades para resolver problemas.

Aspectos para Evaluar

Presentación: Como ya hemos mencionado todos los documentos electrónicos deben estar diseñados de tal forma que capturen la atención de las personas que lo van a consultar (ponderación 10%)

Marco Teórico: En el caso de los problemas que se van a resolver en esta actividad, se trata de problemas contextualizados en donde podrán observar la aplicación de los temas que se estuvieron revisando a lo largo del curso, todas las propuestas tienen un sustento teórico. En el apartado del marco teórico se evaluará la pertinencia y actualidad de los conceptos que sean tomados como base para la resolución del problema (ponderación 35%)

Resolución del problema: A partir de las nociones teóricas que propone y de la información que se revisó en el curso, propondrán una solución al problema planteado, esta resolución debe pasar por la parte numérica y brindar una explicación respecto a sus resultados (45%)

Actividad propuesta: Haciendo uso de las herramientas del programa, diseñarán una actividad referente a su tema para que sea respondida por los compañeros de la clase. En esta actividad se debe hacer uso de lo que se planteó en el marco teórico, haciendo énfasis en el contexto que se propuso. Los niveles de logro de aprendizaje se indicaron en la rúbrica descrita en la Tabla I.

Resolución de Caso Haciendo Uso de eXeLearning			
	Descripción	Evidencia requerida	Ponderación
	En trabajo colaborativo, leerán el caso que se les ha asignado para su resolución. La distribución de los casos se realizó con base al área de interés (clínicos, farmacia y alimentos) que cada equipo	Archivo de eXeLearning en donde plantearán la resolución del caso asignado, siguiendo la guía para resolver casos.	15% de la calificación final del curso de Teoría.

	reportó vía correo electrónico al docente. La resolución del caso se presentará en formato elp (eXeLearning)				
Niveles de desempeño					
	Preformal (25%)	Receptivo (50%)	Resolutivo (75%)	Autónomo (90%)	Estratégico (100%)
<u>Uso de la Guía para Resolver Casos</u>	No hace uso de la guía para resolver casos que se les dio.	Utiliza la guía para resolver el caso únicamente en el ciclo corto.	Resuelve el caso basándose en la guía que el docente proporcionó, aunque únicamente identifica un área de oportunidad.	Hace uso de la guía para resolver el caso que se les ha propuesto, encuentra condiciones en el ciclo corto que posteriormente emplea para identificar más de un área de oportunidad, es capaz de encontrar fortalezas y oportunidades dentro de los métodos de análisis que se proponen para trabajar con las sustancias químicas.	A través del uso de la guía para resolver casos, analizan las situaciones y condiciones que rodean el experimento y los problemas que deben resolverse. Propone el uso de métodos de análisis complementarios, propone vías alternativas para el análisis de las especies químicas, previa revisión de literatura.

Tabla I: Rúbrica para evaluar el archivo de eXeLearning.

Resultados y discusiones

A cada uno de los equipos se les asignó el problema correspondiente, se les indicó que el trabajo debería ser colocado en una carpeta de Google Drive

Ejemplo 1 de problema: La indometacina es uno de los antiinflamatorios con mayor uso para el tratamiento de la osteoartritis y la artritis reumatoide. Un lote del medicamento ha sido regresado al laboratorio debido a que existe una duda sobre la concentración de la sal en el producto que salió al mercado. Ustedes son parte del equipo de control de calidad de la empresa, su responsabilidad es proponer un proceso de extracción, purificación y determinación de la concentración para determinar el contenido real de la sal en el medicamento. La explicación de la función del medicamento se puede observar en la Figura 1.

¿Qué es la indometacina?

Es un antiinflamatorio no esteroide derivado del ácido indolacético.

Inhibe la actividad de la enzima ciclooxigenasa disminuyendo la síntesis de prostaglandinas y tromboxanos a partir del ácido araquidónico.

Aunque muchos de sus efectos terapéuticos y adversos se producen por la inhibición de la síntesis de prostaglandinas en distintos tejidos, otras acciones contribuyen en forma significativa a los efectos terapéuticos del medicamento.

Es uno de los AINE con mayor potencia inhibidora de la síntesis de prostaglandinas.

Figura 1: Características de la indometacina

Trabajo previo para el análisis de la muestra:

- Método A:

Se extraen los AINEs con metanol, ya que son solubles en este solvente. Posteriormente se centrifuga, y se evapora el sobrenadante a 50 °C en corriente de Nitrógeno (hasta obtener 1 - 2 ml).

- Métodos B y C:

Se adicionan 5 ml de una solución Tampón de Acetato Sódico 2 M a pH 4.8 y 10 ml de acetonitrilo, la solución tampón a pH 4.8 hace que los analitos se extraigan con la fase orgánica (el acetonitrilo). Se añade un paquete de sales de extracción EN 15662 (4 g MgSO₄; 1 g NaCitrato; 0.5 g citrato disodio 6-H₂O), estas sales ayudan a separar, de la matriz, las impurezas de los analitos, y estos pasan a la fase orgánica (el acetonitrilo). Posteriormente, se centrifuga y se recoge

Figura 2: Técnicas de Extracción

La explicación de las técnicas de extracción del compuesto activo es una parte importante del trabajo que los equipos realizaron (Figura 2), a lo largo del curso el docente explica a los alumnos temas asociados al manejo de las sustancias, a la manera en la que se deben manipular y cómo se debe construir un reporte que dé a conocer la información encontrada.

Ejemplo 2 de problema: valproato semisódico es el principio activo de un medicamento que comercialmente recibe el nombre de EPIVAL, este medicamento se utiliza en el tratamiento de migrañas y en casos de epilepsia, cuando el

valproato se metaboliza en el organismo genera Ácido valproico. El valproato semisódico está indicado generalmente como monoterapia y tratamiento, en crisis convulsivas parciales complejas, de ausencia simple y compleja en pacientes adultos y pediátricos de 10 años o mayores, sin embargo, una de las principales contraindicaciones tiene que ver con el daño hepático que es uso prolongado del valproato puede generar. ¿Qué técnicas se utilizan para cuantificar ácido valproico, en la sangre?

En la Figura 3 se presenta una explicación sobre la composición del ácido valproico y sus características generales, en este punto es importante que los alumnos identifiquen claramente la estructura, los grupos funcionales y la presencia ausencia de protones ácidos, en tanto que en la Figura 4 se explica la farmacocinética del medicamento

The screenshot shows a webpage with a sidebar on the left containing a navigation menu with items like 'valproato semisódico', 'Introducción', 'Ácido Valproico', 'Cantidades de sodio', '¿Que técnicas se utilizan para cuantificar ácido valproico, en la sangre?', 'Conclusión', and 'Referencias'. The main content area is titled 'Ácido Valproico' and features a chemical structure of valproic acid labeled 'ácido valproico' and 'Acido Valproico'. Below the structure, there is text describing the acid as a simple branched fatty acid with a molar mass of 144.21 g/mol, its absorption characteristics, and its general properties as a clear, viscous liquid with a characteristic odor. It also mentions its use as part of traditional antiepileptics.

Figura 3: Características Generales del ácido valproico

The screenshot shows a webpage with a sidebar on the left containing a navigation menu with items like 'valproato semisódico', 'Introducción', 'Ácido Valproico', 'Cantidades de sodio', '¿Que técnicas se utilizan para cuantificar ácido valproico, en la sangre?', 'Farmacocinética de los antiepilepticos', 'Técnica analítica', 'Estudio realizado', 'Conclusión', and 'Referencias'. The main content area is titled 'Farmacocinética de los antiepilepticos' and contains text explaining that pharmacokinetics studies the temporal course of drug concentrations in the body. It discusses the optimization of treatment based on drug concentrations in biological matrices and the impact of inter-individual variability and drug interactions on therapeutic outcomes. It also provides a reference interval for valproic acid (50-100 mg/l) and notes that concentrations above 175 mg/l are associated with a high risk of neurotoxicity.

Figura 4: Farmacocinética de los antiepilepticos

Una vez que se realizó la entrega de los proyectos, se solicitó a los alumnos responder una encuesta diseñada en Google Forms compuesta por 5 preguntas con respuesta dicotómica “Sí y No” a las que para su análisis se les asignó los valores de 1 y 0 respectivamente.

El objetivo de platera las preguntas fue conocer si para los estudiantes había resultado atractivo el uso de esta nueva herramienta, así como sondear de manera general qué tanto consideran necesario que, dentro de su formación, el encargo de actividades y tareas puedan ser presentados de diferente manera.

Las preguntas realizadas a los alumnos fueron:

1. Usar la herramienta me resultó atractivo
2. La herramienta es de fácil manejo
3. Resolver temas asociados a la carrera es interesante
4. Presentar los resultados usando la herramienta es atractivo
5. Solicitar actividades en las que la entrega sea diferente a un resumen o problemas es motivante

Se recibieron 39 respuestas (de un total de 40 alumnos inscritos), las respuestas se concentraron en una tabla y posteriormente se estimó el coeficiente de Kuder-Richardson (KR-20) de acuerdo con la ecuación:

$$KR_{20} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right)$$

Donde K es el número de sujetos encuestados (39) p y q es la probabilidad de que ocurra el evento y σ^2 es la varianza poblacional. Luego de realizar las estimaciones, el valor para el cociente fue igual a 0.49.

La Figura 5, presenta un resumen sobre los resultados de la encuesta, la gráfica muestra que la percepción de los alumnos entorno al uso de eXeLearning es positivo. Aunado a lo anterior es claro que para los estudiantes es de suma importancia que los problemas que se entregan como parte de las actividades de clase se encuentren contextualizados.

Sin embargo, es importante resaltar que la Pregunta 4 (Presentar los resultados usando la herramienta es atractivo) hay varios alumnos que consideran que presentar los resultados en este formato no es atractivo, esto puede deberse a que la aplicación tiene un número limitado de plantillas, claro está que no es una herramienta de diseño, ni siquiera para preparar presentación al estilo de power point, no obstante, al ser archivos que se comparten en forma de contenidos web, los diseños podrían ser más atractivos a la vista.

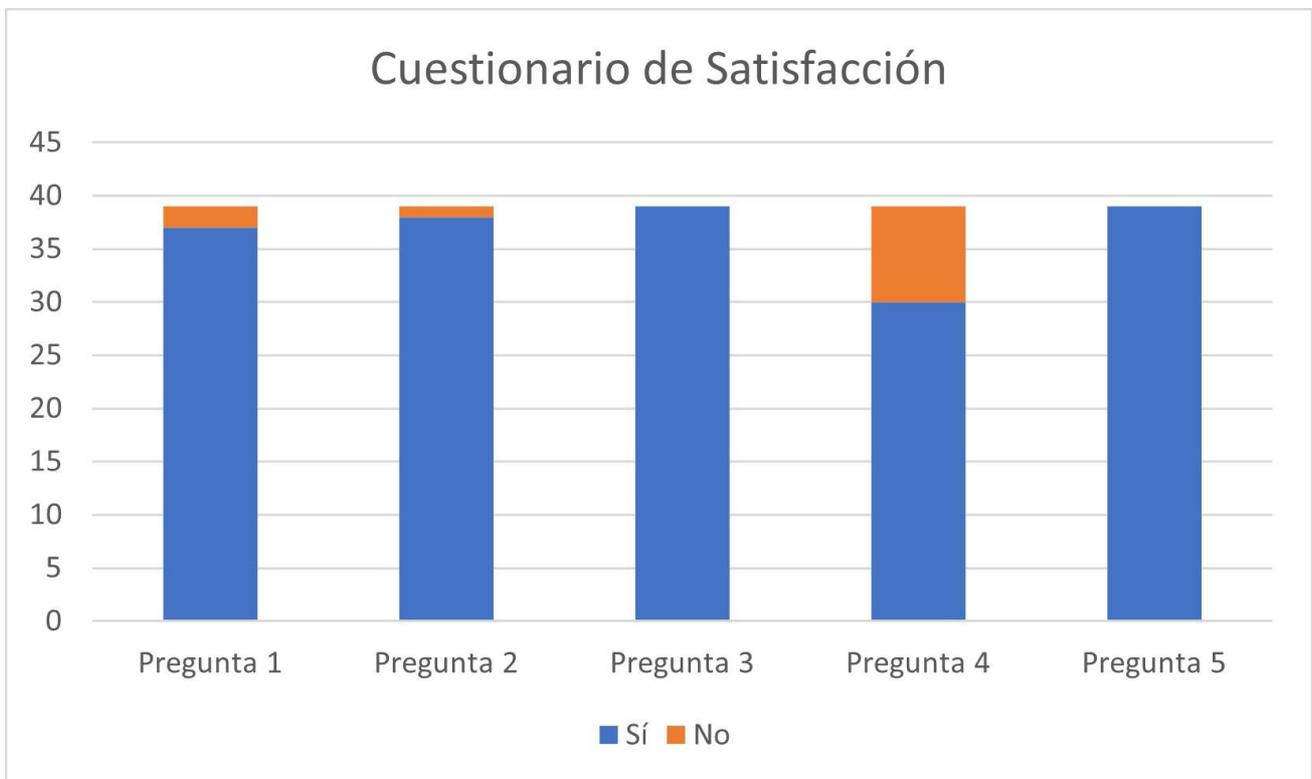


Figura 5: Resultados de la encuesta. Fuente: Elaboración Propia LAAC (2020)

Conclusiones

Solicitar a los alumnos resolver problemas que incorporen conceptos y situaciones a los que se pueden enfrentar a lo largo de su formación profesional o bien en el ejercicio de esta, ha motivado el interés de ellos para comprender la utilidad de los temas que se revisaron en el curso.

- Utilizar herramientas como eXeLearning tiene por objeto que los estudiantes desarrollen habilidades para la generación de contenidos, utilizando una aplicación de fácil acceso cuya edición es simple para quienes realicen el trabajo.
- Todos los diseños presentados cumplieron con los requisitos solicitados, los equipos que se integraron fueron capaces de identificar los conceptos que les eran útiles para explicar su problema, dichos conceptos fueron revisados en clase a lo largo del curso.
- Las respuestas que los alumnos proporcionaron al cuestionario que se les aplicó para medir su percepción sobre el uso de la herramienta, indicó que para los estudiantes es importante que los docentes empleen nuevas formas que cambien la entrega de resúmenes y solución de problemarios, para llevar a cabo actividades y tareas.
- Se plantea para futuros trabajos, utilizar otras herramientas que permitan diversificar las actividades que los alumnos desarrollarán a lo largo de los cursos.
- Es necesario explorar de manera más profunda el impacto que tiene en la formación profesional de los estudiantes la implementación de problemas y casos de las diferentes áreas de especialidad, en ese sentido, a futuro se planteará la resolución de casos sin tomar en cuenta un área específica de interés, es decir, que el total de alumnos de una sección de asignatura deberán resolver casos y problemas en contextos diferentes al de su interés principal, pero para los que se les ha preparado.
- En este momento, no se cuenta con un instrumento que nos permita medir el impacto directo de la estrategia sobre el rendimiento académicos de los estudiantes del curso, por ello es por lo que consideramos importante trabajar en el diseño de un instrumento que nos permita medir la eficiencia del uso de la herramienta respecto a las calificaciones que los alumnos obtienen en el curso.

Referencias:

- Aguilar Carrasco, L.A.** (2020) Incorporación de Ambientes Virtuales de Aprendizaje en Química. Un Caso para Enseñar Química Analítica. [Tesis de Doctorado no Publicada] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Aguilar Carrasco, Luis Ángel, & González Martínez, Adriana, & Cid Polo, Ixel** (2016). Incorporación de Ambientes Virtuales de Aprendizaje y Herramientas de Autor en el Curso Química Analítica Básica. *Química Viva*, 15(1),31-45. [fecha de Consulta 8 de Marzo de 2021]. ISSN: Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=863/86347589006>.
- Bosco, M. D. y Barrón, H. S.** (2008). La educación a distancia en México: narrativa de una historia silenciosa. México: UNAM.
- Buitrago, H.** (2016) Aplicabilidad del modelo ASSURE en la didáctica de lenguas. *Revista Avances en Educación y Humanidades* 1(2)
- Bustos Sánchez, A. y Coll Salvador, C.** (2010, enero-marzo). Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje: una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, núm. 44, vol. 15, pp. 163-194.
- Bruguera, E.** (2008) ¿Qué es un blog? Recuperado de: http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17821/5/XX08_93006_01331-3.pdf
- Caamaño, Aureli** (2007). Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo, en: Izquierdo, Mercé; Caamaño, Aureli; Quintanilla, Mario (eds.). Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar (pp. 19-39). Barcelona: Universito Autónoma de Barcelona.
- Calderón, P. y Piñero, N.** (2007). Actitudes de los docentes ante el uso de las tecnologías educativas. Implicaciones afectivas. *Monografías. cómo*, 1-6.
- Ibagón Martín, N.** (2018) Videojuegos y enseñanza-aprendizaje de la historia. Análisis. *Revista Educación y Ciudad*, núm. 35, pp. 125-136.
- Marchán-Carvajal, Iván, & Sanmartí, Neus.** (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. <https://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.06.001>
- Martínez de la Cruz, N., Galindo González, R., Galindo González, L.** (2013). Entornos Virtuales de Aprendizaje Abiertos; y sus Aportes a la Educación. XXVI Encuentro Internacional de Educación a Distancia. La Educación en los 5 continentes. Guadalajara, México.
- Meroni, Gabriela, Copello, María Inés, & Paredes, Joaquín.** (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación química*, 26(4), 275-280. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>
- Padilla, K.** (2012) La Indagación y Resolución de Problemas, un Área Emergente en la Educación Química. *Revista Educación Química* 23(4) pp. 412-414.

 **Química Viva**

ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista **Química Viva**

Número 2, año 20, Agosto 2021

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar

El Abordaje CTS de la Nanotecnología en los libros de texto de Biología, Física, Química y Geografía de la escuela secundaria.

Damian Lampert¹ y Silvia Porro²

1 Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes/ CONICET

2 Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes

damian.lampert@unq.edu.ar

[Versión para imprimir](#) 

Resumen

Este trabajo presenta un análisis realizado de los libros de Física, Química, Geografía y Biología de la escuela secundaria para conocer si se incluyen aspectos relacionados a la Nanotecnología. Por otro lado, se analizó si el contenido se presenta solo de forma conceptual o incluyendo un abordaje CTS. El análisis contó con 4 libros de cada asignatura y se encontró que solo los de Física, Química, Fisicoquímica y Geografía incluyen ejemplos o aplicaciones de la Nanotecnología en relación a la sociología interna y externa de la ciencia.

Palabras clave: Nanotecnología – Libros de texto – Educación CTS

The STS Approach to Nanotechnology in High School Biology, Physics, Chemistry, and Geography Textbooks.

Summary

This paper presents an analysis of high school Physics, Chemistry, Geography and Biology books to find out if aspects related to Nanotechnology are included. On the other hand, it was analyzed whether the content is presented only in a conceptual way, including a STS approach. The analysis included 4 books from each firm and found that only those on Physics, Chemistry, Physicochemistry and Geography included examples or applications of Nanotechnology in relation to the internal and external sociology of science.

Keywords: Nanotechnology - Textbooks - STS Education

Introducción

La nanotecnología es el estudio interdisciplinario de la ciencia y la tecnología que involucran disciplinas como química, física, biología, electrónica, medicina e ingeniería. El término “Nanotecnología” se refiere al estudio y desarrollo de materia en escala manométrica en diferentes ramas como la medicina, los alimentos, los textiles, la electrónica y los cosméticos, entre otros.

El avance de los conocimientos en nanotecnología proviene de diversas décadas de trabajo científico y tecnológico realizado en distintas partes del mundo [1]. En nuestro país predomina una amplia incorporación de la nanotecnología en los distintos niveles educativos. Se puede mencionar como ejemplo que desde el 2016 se crearon distintas carreras de grado y posgrado relacionadas a la Nanotecnología en Universidades públicas y privadas. Por su parte, distintas carreras científico-tecnológicas de Latinoamérica fueron incorporando en sus asignaturas competencias relacionadas con la Nanociencia y la Nanotecnología [2].

En el nivel primario y secundario, desde la última reforma educativa, no se incluyen en los diseños curriculares contenidos de Nanotecnología [3]. Sin embargo, existen proyectos de extensión de diferentes Universidades para acercar estos contenidos a las escuelas. Mismo la Fundación Argentina de Nanotecnología llevó a cabo divulgación del tema en instituciones educativas de enseñanza media mediante un taller denominado “*Nanotecnólogos por un día*”.

También, se han desarrollado diversos materiales para enseñar nanotecnología en la escuela secundaria, como la “*Guía didáctica para la enseñanza de la nanotecnología en educación secundaria*” [4]

Por otro lado, es común la presencia de contenidos de nanotecnología en los libros de física, química y biología bajo un enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad (CTS) para el trabajo áulico, como apartado innovador o tema de interés actual.

El objetivo de este estudio, fragmento de una investigación más extensa sobre contenidos CTS en los libros de ciencia, es analizar los aspectos de la enseñanza de la Nanotecnología y su abordaje en los libros de texto. Para este fragmento de la investigación se trabajará con las asignaturas Física, Química, Fisicoquímica, Biología y Geografía.

Marco teórico

La escuela secundaria de la Provincia de Buenos Aires en las asignaturas de Ciencias Naturales busca promover la Alfabetización Científica del estudiantado [5]. En este sentido se busca que los estudiantes aprendan “acerca” o “sobre” la ciencia y no “de” ciencia [6]. Esta mirada acerca de la educación secundaria, da lugar a la enseñanza con enfoque CTS que busca el abordaje de las cuestiones científicas en relación al contexto social. Es importante modificar la mirada sobre la ciencia a enseñar de una forma en la cual los individuos sean capaces de tomar decisiones para obtener bienestar para ellos y para la sociedad en su conjunto [7]. Es por ello que en la última reforma educativa, se incorporaron los contenidos CTS en los diversos diseños curriculares de las asignaturas de Ciencias Naturales, como Biología, Genética y Sociedad, Ambiente, Desarrollo y Sociedad, Fundamentos de Química y Salud y Adolescencia [8,9]

La inclusión de los contenidos CTS permite incorporar aspectos de Naturaleza de la Ciencia y Tecnología (NdCyT) y su relación con los conocimientos disciplinares [10]. Teniendo en cuenta la relación del enfoque CTS con la enseñanza de NdCyT, es importante estudiar la presencia y tipos de contenidos metacientíficos que son tratados en los libros de texto. Existen múltiples trabajos sobre el abordaje de algún tema o contenido en particular con enfoque CTS. Por ejemplo, la energía nuclear [11], electrónica, [12] y los alimentos [13,14]

El uso de los libros de texto es la principal herramienta de uso en los diferentes niveles educativos [15]. Los libros de texto suelen incluir los contenidos pautados por el Diseño Curricular y proponer diferentes enfoques para su abordaje desde una forma interdisciplinaria. Así como los Diseños Curriculares presentan los contenidos sobre qué y cómo enseñar, los libros de texto suelen ser las herramientas seleccionadas por el docente para el abordaje de los contenidos.

La actividad analizada en este trabajo fue desarrollada e implementada en el contexto del proyecto CYTPENCRI (Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología), un proyecto de investigación en el que participan grupos de diferentes países de Iberoamérica.

Metodología

Se llevó a cabo un análisis con metodología mixta. Se utilizaron un total de 20 libros: 4 correspondientes a Física, 4 a Química, 4 a Biología, 4 a Fisicoquímica y 4 a Geografía de diferentes editoriales. Con respecto a los libros de Biología, solo se trabajó con la asignatura de Biología de 4to año que es la asignatura común para todas las orientaciones e incluye entre sus bloques, aspectos de Biotecnología.

La cantidad de libros analizados surgió a partir de una entrevista con 5 profesores y profesoras de cada asignatura, que mencionaron aquellos libros que suelen trabajar en sus aulas desde hace 5 años. El profesorado encuestado formaba parte de 3 instituciones educativas de la Provincia de Buenos Aires.

Los libros fueron categorizados para cada asignatura con la letra A hasta la T.

Se utilizó una metodología basada en el análisis llevado a cabo por Ferreriro y Ocellii [16]. Como modelo se utilizó una tabla (Ver tabla I) en la cual se completará con los campos que se detallan debajo.

Libro	Asignatura	Contenido de Nanotecnología	Tipo de presencia	Contenido dentro del cual es incluido	Aspectos de NdCyT

Tabla I: Campos para el análisis de los libros de texto. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis realizado.

- *Libro:* Enumeración de los libros con presencia de contenidos de Nanotecnología.
- *Asignatura:* Introducción a la Física, Introducción a la Química, Biología y Fisicoquímica.
- *Contenido de Nanotecnología:* se pondrá que aspecto de la Nanotecnología se trabaja: definición, aplicaciones en los alimentos, electrónica, cosméticos, medicina, materiales, industria textil u otra.
- *Tipo de presencia:* se detallará si el tema es incluido como texto principal, texto secundario, ilustración, actividad o sección especial.
- *Contenido en dentro del cual es incluido:* Se explicará sobre que contenido o bloque de contenido se trabaja la temática de la Nanotecnología.
- *Contenidos de NdCyt:* para el análisis del abordaje de la Nanotecnología con enfoque CTS en los libros de texto, se partió de una metodología adaptada de una investigación sobre NdCyT en currículos escolares españoles [17,18]. En dicha investigación se presenta una taxonomía con diferentes dimensiones sobre temas de NdCyT. En la tabla II, se presentan las diferentes dimensiones:

Taxonomía de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología	
Dimensiones y aspectos	Temas
1. Ciencia y tecnología	01. Ciencia
	02. Tecnología
	03. I + D
	04. Interdependencia
2. Influencias de la sociedad en CYT	01. Gobierno
	02. Industria
	03. Ejército
	04. Ética
	05. Instituciones educativas
	06. Grupos de especial interés
	07. Influencias sobre los científicos
	08. Influencias generales
3. Influencia ternaria	01. Interacción CTS
4. Influencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad	01. Responsabilidad social
	02. Decisiones sociales
	03. Problemas sociales
	04. Resolución de problemas
	05. Bienestar económico
	06. Contribución al ejército
	07. Contribución al pensamiento social
	08. Influencias generales
5. Influencias de la ciencia escolar en la sociedad	01. Unión dos culturas
	02. Empoderamiento social
	03. Caracterización de la ciencia escolar
6. Características de los científicos	01. Motivaciones
	02. Valores y estándares

	03. Creencias
	04. Capacidades
	05. Efectos de género
	06. Infrarrepresentación de mujeres
7. Construcción social del conocimiento científico	01. Colectivización
	02. Decisiones científicas
	03. Comunicación profesional
	04. Competencia profesional
	05. Interacciones sociales
	06. Influencias de los individuos
	07. Influencias nacionales
	08. Ciencia pública y privada
8. Construcción social de tecnología	01. Decisiones tecnológicas
	02. Autonomía de la tecnología
9. Naturaleza del conocimiento científico	01. Observaciones
	02. Modelos científicos
	03. Esquemas de clasificación
	04. Tentativa
	05. Hipótesis, teorías y leyes
	06. Enfoque a la investigación
	07. Precisión e incertidumbre
	08. Razonamiento lógico
	09. Suposiciones de la ciencia
	10. Estatus epistemológico
	11. Paradigmas y coherencia de conceptos

Tabla II: *Taxonomía sobre NdCyT.* Fuente [17, 18].

Resultados

A partir del análisis de los 20 libros de texto, se encontró que solo 5 hacían mención en textos, actividades o imágenes, a la Nanotecnología. Los resultados del análisis de los 4 libros que incluían temas de Nanotecnología se muestran en la tabla III.

Libro	Asignatura	Contenido de Nanotecnología	Tipo de presencia	Contenido dentro del cual es incluido	Aspectos de NdCyT
A	Fisicoquímica	Nanomateriales	Actividad e imagen de nanotubos de carbono	Estructura de la Materia	Sociología Externa de la Ciencia: Influencia de la Ciencia/Tecnología

					en la sociedad: problemas sociales.
D	Fisicoquímica	Definición.	Texto principal.	Introducción (Primer capítulo del libro)	-
E	Introducción a la Química	Nanomateriales	Dentro del texto principal bajo el título "Alotropía"	Características del átomo del Carbono	Sociología Externa de la Ciencia: Influencia de la Ciencia/Tecnología en la sociedad: problemas sociales.
		Electrónica	Dentro del texto principal bajo el título "Modelos Científicos" se mencionan los nanochips	Enlaces químicos	Epistemología: Modelos Científicos
K	Introducción a la Física	Definición y relación con el Segundo Principio de la Termodinámica	Sección especial que incluye texto, actividades y una imagen de nanorobots.	Termodinámica	Sociología Externa de la Ciencia: Influencia de la Ciencia/Tecnología en la sociedad: problemas sociales y bienestar económico.
Q	Geografía	Definición, historia y claster de Nanotecnología. Aplicaciones en la construcción y en el uso de la energía solar.	Texto principal	Actividades industriales	Sociología Externa de la Ciencia: Influencia de la Ciencia/Tecnología en la sociedad: bienestar económico, problemas sociales. Construcción social del conocimiento científico y de tecnología: ciencia pública y privada y decisiones tecnológicas.

Tabla III: Resumen de contenidos de Nanotecnología y dimensión CTS. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis realizado.

A partir del análisis realizado, se puede corroborar que los libros que presentan la temática, en su mayoría, trabajan la Nanotecnología mediante un enfoque CTS. Solo uno de ellos, hace referencias a definiciones y aplicaciones de una forma aislada.

Por otro lado, de los libros trabajados bajo un enfoque CTS, dos de ellos trata la temática de forma separada a los capítulos convencionales del libro. Mientras que los otros, incluyen ejemplos e imágenes de Nanotecnología dentro de los aspectos disciplinares que se trabajan en el capítulo.

Otro punto de interés es que los libros analizados de Biología no incluyen aspectos relacionados a la Nanociencia y la Nanotecnología. Ni siquiera en aquellas secciones donde prevén trabajar con aspectos de la vida cotidiana.

En relación a los temas CTS, en su mayoría se presenta a la Nanotecnología como una solución a problemas sociales (principalmente de índole ambiental) y al uso en la actividad industrial. Asimismo, la presencia dentro de un libro de Geografía, muestra el abordaje de la temática centrándose en Sociología interna de la ciencia en particular a la ciencia pública y privada, al mencionar al grupo de empresas Argentina que se dedican a la Nanotecnología.

Conclusiones

A partir del análisis realizado, podemos concluir que además de que la Nanotecnología no está en los diseños curriculares, son muy pocos los libros que hacen mención a esta disciplina. Por otro lado, los llevan aplicaciones concretas de la vida cotidiana retomando temas y contenidos del capítulo en el cual se encuentra inserta la temática. De esta forma podemos concluir que su incorporación cumple con la finalidad del diseño curricular.

Respecto al tipo de contenido CTS presente en la bibliografía analizada, si bien hay ejemplos sobre Epistemología en uno de los libros, la mayoría presentan contenido CTS perteneciente a la sociología externa de la ciencia, principalmente a través de como la Nanociencia y la Nanotecnología influyen en la vida de las personas a partir de innovaciones en nanomateriales y electrónica.

Referencias:

1. Vila Seoane, M. F. (2014). Los desafíos de la nanotecnología para el "desarrollo" en Argentina. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología*, 7(13).
2. Mendoza, S. M. (2018). Nanociencia y nanotecnología en carreras de ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 13(25), 117-122.
3. Vela, M. E., & Toledo, L. (2013). Difusión y formación en Nanociencia y Nanotecnología (n&n) en los distintos niveles de la enseñanza y acciones de divulgación en la sociedad en Argentina. *Momento*, (46E), 19-24.
4. Serena, P. A., Giraldo, J. J., & Tutor, N. T. Y. J. (2014). Guía didáctica para la enseñanza de la nanotecnología en educación secundaria. Reproduzce SL Alberto Aguilera.
5. Fourez, G. (1997). Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Ediciones Colihue SRL.
6. Vázquez Alonso, Á. (2014). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la Formación de Docentes en Educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 37.
7. Alonso, Á. V., Díaz, J. A. A., & Mas, M. A. M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(2), 1.
8. Vilouta Rando, N. & Porro, S. (2016). Análisis de una asignatura para la educación CTS: Biología, Genética y Sociedad. *Indagatio Didactica*, 8, 1426-1437.
9. Lampert, D., Salica, M., & Porro, S. (2020). La Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en el tratamiento de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) en las asignaturas de "Salud y Adolescencia", "Fundamentos de Química" y "Ambiente, Desarrollo y Sociedad". *Indagatio Didactica*, 12(4), 405-502.
10. Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores deficiencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecne, Episteme y Didaxis*, número extra (2.º Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá), 23-33.
11. García Carmona, A., & Criado García-Legaz, A. M. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (1), 107-124.
12. García-Carmona, A. (2008). Relaciones CTS en la educación científica básica: un análisis desde los textos escolares en la enseñanza de la electrónica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.
13. Lampert, D., y Porro, S. (2018). Análisis del abordaje CTS sobre Química y Alimentación en los libros de texto de Introducción a la Química. *Reunión de educadores en la Química*, 89.
14. Lampert, D., & Porro, S. (2019). Análisis del abordaje de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en los libros de "Biología" y de "Salud y Adolescencia" a partir del tema de la alimentación. *Indagatio Didactica*, 11(2), 637-646.
15. Jiménez, J.D. y Perales, F.J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 3-19.
16. Ferreriro, G. & Ocelli, M. (2008). Análisis del abordaje de la respiración celular en textos escolares para el Ciclo Básico Unificado. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 7, 387-398.
17. Vázquez Alonso, A. & Manassero Mas, M.A. (2016). Los contenidos de ciencia, tecnología y sociedad en los nuevos currículos básicos de la educación secundaria en España. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1017-1032.
18. Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, Á. (2017). ¿Hay contenidos de naturaleza de la ciencia y la tecnología y pensamiento crítico en los currículos (españoles) actuales?. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra)*, 509-514.

La Teoría de Significados Sistémicos y la Enseñanza de la Química: Una Aproximación a la Estequiometría

Guillermo Centeno-Bordones

Centro de Investigaciones en Ambiente, Biología y Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

gcenteno1@uc.edu.ve

[Versión para imprimir](#) 

Resumen

Esta investigación busca conocer el significado institucional de referencia de los cálculos estequiométricos a partir de textos universitarios empleados en los cursos de química I para estudiantes de la licenciatura en química de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Carabobo. Para lograr este propósito primero, se caracterizaron los significados personales de estequiometría en los alumnos cursantes de la asignatura. Y luego, se contrastaron los significados institucionales con el manifestado por los sujetos interpretantes. Metodológicamente se combinó el estudio cualitativo con un análisis ontosemiótico. El conjunto de sujetos interpretantes fue de 25, quienes realizaron dos actividades: (1) definieron el objeto estequiométrico con diez palabras o frases y (2) jerarquizaron dichas palabras considerando la importancia que cada una tiene en función del objeto, permitiendo construir un gráfico radial conformando una red semántica. El estudio reveló la complejidad de la estequiometría como compendio de conocimientos y colocó en evidencia la brecha existente entre el objeto químico personal manejado por los sujetos interpretantes y el objeto químico institucional introducido. Esta complejidad se reflejó en la heterogeneidad de significados que los estudiantes desarrollaron para el constructo estequiométrico revelando conflictos semióticos de tipo extensivos, ostensivos, actuativos e intensivos del objeto químico-matemático.

Palabras clave: teoría de significados sistémicos, enseñanza de la química, estequiometría, enfoque ontosemiótico.

Systemic Meaning Theory and the Teaching of Chemistry: An Approach to Stoichiometry.

Summary

This research seeks to know the institutional reference meaning of stoichiometric calculations from university texts used in chemistry I courses for students of the chemistry degree of the Faculty of Science and Technology of the University of Carabobo. To achieve this purpose, first, the personal meanings of stoichiometry in the students taking the course were characterized. And then, the institutional meanings were contrasted with the one manifested by the interpreting subjects. Methodologically, the qualitative study was combined with an ontosemiotic analysis. The set of interpreting subjects was 25, who carried out two activities: (1) they defined the stoichiometric object with ten words or phrases and (2) they ranked these words considering the importance that each one has depending on the object, allowing the construction of a radial graph forming a semantic network. The study revealed the complexity of stoichiometry as a compendium of knowledge and highlighted the gap between the personal chemical object handled by interpreting subjects and the institutional chemical object introduced. This complexity was reflected in the heterogeneity of meanings that the students developed for the stoichiometric construct, revealing semiotic conflicts of the extensive, ostensive, actuative and intensive type of the chemical-mathematical object.

Keywords: systemic meaning theory, chemistry teaching, stoichiometry, ontosemiotic approach

Introducción

La estequiometría, forma un núcleo conceptual de la química que se ocupa de los aspectos cuantitativos de las reacciones, comprendida como un proceso en el cual una o varias sustancias se forman a partir de otra u otros compuestos. La química se interesa por la composición y la cantidad de las sustancias que reaccionan o se forman en un proceso químico. Estos conceptos pueden enseñarse en distintos niveles educativos con diferentes grados de complejidad [1].

Este tema aborda las relaciones cuantitativas de la química, sobre una base cualitativa conceptual. Resolver problemas o ejercicios sobre estequiometría implicaría la comprensión de los conceptos químicos. Por su complejidad, los estudiantes presentan dificultades que van más allá de cuestiones matemáticas y mantienen concepciones alternativas luego de la enseñanza [2].

Según Del Valle [3] la estequiometría es un tema en el que los estudiantes tienen dificultades para su comprensión, debido a lo abstracto que puede llegar a ser, porque para poder entender a plenitud, el estudiante debe manejar conceptos básicos como: mol, masa atómica, masa molecular, reactivo limitante y en exceso, fórmula empírica, fórmula molecular, reacciones, subíndice, reactivos, productos, etc. Además, el estudiante debe tener un alto dominio del lenguaje químico como: simbología, nomenclatura, tipos de reacciones químicas, entre otros. Conceptos que la mayoría de las veces no son comprendidos a cabalidad, lo que conlleva en cierta medida a una predisposición por parte de los estudiantes hacia el tema [4]. Esto tiene como consecuencia desmotivación y bajo rendimiento académico en las evaluaciones e incluso, influye en el entendimiento de temáticas relacionadas. Si el estudiante no domina a la perfección este tópico, difícilmente avanzará hacia temas de mayor complejidad.

Otro aspecto importante a mencionar, es que la enseñanza universitaria de la química, ha sido tradicionalmente desde una perspectiva de aplicación algorítmica en los ejercicios [5], impidiendo que se promueva en el estudiante el desarrollo de diversas habilidades del pensamiento, de tal manera, que el mismo no pueda plantearse correctamente razonamientos y proporciones que permitan resolver los problemas estequiométricos [6]. Ahora bien, el caso de la estequiometría es una de las temáticas que requiere un nuevo enfoque de enseñanza, tal como lo expresa Karen L. Evans citada por Del Valle [3]. Este tema representa uno de los conceptos más difíciles de aprender en química, ya que es el producto químico del álgebra que conecta las características macroscópicas con las interacciones submicroscópicas del dominio mediante el uso de un conjunto de símbolos abstractos.

Tomando en cuenta lo anterior, se fundamenta el análisis de la estequiometría bajo el enfoque de la Teoría Significados Sistémicos (TSS, entendiendo este tema como un objeto químico-matemático que tiene base de tipo algebraica en conjunción con símbolos abstractos, teniendo esto implicación con el significado que adquiere para el estudiante la simbología química y el constructo matemático implícito. Con respecto al significado, Godino & Batanero [7] adoptan una posición pragmática, afirmando que el significado de un objeto matemático es mucho más que su mera definición, sino que está relacionado al contexto donde se utiliza, y su significado está estrechamente relacionado a los problemas y a la actividad realizada para su resolución. Los autores mencionados anteriormente distinguen dos tipos de significados para los objetos matemáticos. Primero, como un conjunto de prácticas institucionales asociadas a un objeto matemático en un momento dado conformando el significado institucional. Segundo, como un sistema de prácticas personales que manifiesta un sujeto al resolver un problema, a esto se le define como el significado personal del objeto [8]. En los estudios de significados sistémicos de objetos matemáticos se les llama práctica a toda actuación o manifestación (lingüística o no) realizada con el fin de resolver problemas, comunicar a otros la solución, validar la solución y generalizarla a otros contextos [9].

En función del significado institucional este se manifiesta de dos formas uno por lo expresado por el profesor o profesora en el aula y segundo por lo escrito en los textos de referencia usados por el docente y la institución. Siendo el libro de texto un material que presenta características peculiares: es un mediador del aprendizaje, pero también se ha configurado como el material curricular de uso preferente del profesorado [10]. Por ello, el análisis del libro de texto ofrece enormes posibilidades en la formación inicial de profesionales.

Como cualquier material dirigido a mediar en el aprendizaje de los estudiantes el libro de texto debe ser juzgado por la calidad didáctica de sus aspectos formales. El libro de texto tiene un impacto sobre el trabajo de los estudiantes (dentro y fuera de las instituciones educativas), por lo que un modelo de análisis comprensivo debe analizar sus implicaciones teóricas, metodológicas, procedimentales y lingüísticas. Según González et al [11] no faltan las críticas a la estandarización de los procesos de aprendizaje, al hecho de que promueve una metodología básicamente individualista y basada en la realización de tareas mecánicas y simples o a la secuencia de tareas repetitiva que impone en las aulas: la explicación de la profesora o profesor del tema siguiendo el contenido del libro, realización de las actividades por parte de los estudiantes y posterior corrección en el aula [12]. Es necesario analizar la adaptabilidad de las actividades a las características de los estudiantes y al contexto sociocultural en el que se va a aplicar. Una atención especial requiere el análisis de las tareas propuestas si fomentan un aprendizaje individualizado o grupal, promueven formas de expresión alternativas al cotidiano, fomentan actividades dirigidas a la interacción de actividades manuales e intelectuales, potencian la búsqueda de fuentes de información alternativas al propio material [11,12].

El libro de texto también es un material de uso profesoral por lo que se debe analizar en función de su potencialidad para favorecer la reflexión curricular en las aulas. Un buen material curricular debe justificar las opciones didácticas que lo avalan, debe ser un material coherente, experimentado, flexible (para que otros puedan adaptarlo a su práctica de una forma creativa y no mecánica), debe incluir datos para la reflexión y promover estrategias de coordinación docente innovadoras. No es muy difícil concluir que los libros de texto están alejados de cumplir los criterios anteriormente señalados: en ellos nunca se explican los motivos de las elecciones que se realizan, ni acostumbran a informar de dónde provienen sus fuentes de información [12,13].

Una de las técnicas de análisis de textos científicos más completas en las matemáticas y de especial interés en las ciencias naturales es la propuesta por Godino & Batanero [7] que lleva por título “Significado institucional y personal de los objetos matemáticos”, más tarde convertida en la teoría de significados sistémicos (TSS) como: un sistema de nociones que tratan de dar una respuesta antropológica y pragmática a la cuestión del significado de los conceptos matemáticos desde el punto de vista institucional transmitido por los libros y las nociones que el estudiante en su proceso dialéctico de aprendizaje adquiere.

La TSS intenta articular dos principios que para otros programas de investigación pueden ser considerados incompatibles con los presupuestos mencionados [14]:

1. La adopción de la metáfora objetual como recurso de expresión referencial en los fenómenos de cognición, devenido en el significado institucional del objeto de estudio.
2. El reconocimiento de la dimensión personal (o individual) de la cognición, en interacción dialéctica con la cognición institucional.

La enseñanza de la química y especialmente de la estequiometría amerita un abordaje desde sus sistemas de significados para los sujetos involucrados en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esto debido a que la temática estequiométrica es un constructo químico-matemático con un alto grado de complejidad ontológico y semiótico, dada su naturaleza dual objeto-proceso [6]. La expresión estequiométrica tiene dos acepciones semánticas en el cálculo. Primero, el significado químico fundamental que indica la totalidad de algo en la reacción, el acumulado o la suma de las partes (Reactivos y/o Productos). La segunda significación tiene un objeto matemático para encontrar una función que permita determinar la incógnita. En el primer caso el cálculo estequiométrico es considerado como un objeto, mientras que en el segundo caso es un proceso.

Estos principios se concretan en la TSS en las nociones de objeto personal e institucional como emergentes de los sistemas de prácticas. La teoría de significados sistémicos, como lo expresa su nombre, hace énfasis en los significados y es sabido por todos que la didáctica de la ciencia estudia los procesos de enseñanza/aprendizaje de los saberes, tratando de caracterizar los factores que condicionan dichos procesos, interesándose por determinar el significado que los estudiantes atribuyen a los términos y símbolos, a los conceptos y proposiciones, así como la construcción de estos significados como consecuencia de la instrucción [15,16].

Esta investigación tiene como propósito, determinar el significado institucional de referencia de los cálculos estequiométricos, a partir de algunos textos universitarios comúnmente empleados en los cursos de química I. Además, caracterizar los significados personales de la estequiometría en los alumnos cursantes de la asignatura, en función de la praxis discursiva y operativa puesta en evidencia en el proceso de estudio de la estequiometría y su aplicación. Y, por último, se busca contrastar el significado institucional con el manifestado por los sujetos interpretantes para identificar los conflictos semióticos asociados con la temática.

Metodología

Como contexto, la investigación se circunscribe en la cátedra de química general I perteneciente a la carrera de licenciatura en química, de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Carabobo, siendo esta la primera casa de estudios de la región carabobeña donde se forman los futuros investigadores y científicos del centro-norte venezolano, con un alto impacto en el sector industrial de la región.

Metodológicamente, se combinó un estudio interpretativo-descriptivo con un análisis ontológico-semiótico (enfoque ontosemiótico), que permitió conocer la significancia del tema para los sujetos de estudio. El conjunto de sujetos interpretantes fue de veinticinco (25), de los cuales se obtuvo los significados personales, mediante dos actividades: primero se solicitó definir el objeto estequiométrico con diez palabras o frases. Segundo, se les pidió jerarquizar las palabras o frases considerando la importancia que cada una en función del objeto indagado. A la información una vez jerarquizada y organizada se le determinó las frecuencias relativas, esto permitió construir un gráfico radial

conformando una red semántica para describir el constructo investigado. Para analizar el significado institucional de referencia, se seleccionaron varios textos de química general frecuentemente utilizados en la facultad como: Brown, Le May [17], Petrucci [18] y Chang [19]. Además, se tomó la Teoría de Significados Sistémicos (Teoría Ontosemiótica) de Godino & Batanero [7] y de Godino & Font [9], para ser aplicada a la enseñanza de la química como ciencia básica con base matemática, pues es una herramienta conveniente para conocer los significados institucionales y personales de un objeto químico-matemático como la estequiometría bajo una perspectiva o enfoque nuevo para las ciencias naturales. El análisis de la información permitió arrojar una primera aproximación para la construcción ontológica y semántica de los significados que adquieren los objetos químico-matemáticos.

Resultados

Significado institucional de la estequiometría

Para describir el significado institucional de referencia, se seleccionaron varios textos de química general frecuentemente utilizados en la facultad. En todos los libros se indica que, desde el punto de vista histórico, la construcción del concepto de estequiometría está asociada a relaciones cuantitativas (cálculos) entre los reactivos y productos en el transcurso de una reacción química. En los textos analizados, hay una importante tendencia a presentar los cálculos estequiométricos basados en relaciones fijas de combinaciones, que hay entre las sustancias en las reacciones químicas balanceadas. Estas relaciones están indicadas por los subíndices numéricos que aparecen en las fórmulas y por los coeficientes. Este tipo de cálculos es muy importante para los autores, se utilizan de manera rutinaria en el análisis químico y durante la producción de los compuestos.

Los libros analizados también expresan que los cálculos estequiométricos requieren una unidad química que relacione las masas de los reactivos con las masas de los productos. Esta unidad química es el mol, es decir, no se indica que la estequiometría es el resultado acumulado de procesos de cambio de distintos fenómenos presentes en las reacciones químicas. Esta situación impide asociar de forma natural la estequiometría con las reacciones y cambios químicos, que analiza el cambio instantáneo de la materia.

En otras palabras, los autores al darle predominio a la **Faceta extensiva** (problemas en los que se aplica la estequiometría) sobre la **Faceta intensiva** (la noción de estequiometría como el cálculo de las relaciones cuantitativas entre los reactivos y productos en el transcurso de una reacción química, impiden al lector establecer en forma intuitiva y no matemática la relación entre la reacción y la estequiometría, que en esencia constituye lo fundamental del área. Adicionalmente, no se proponen elementos extensivos (ejemplos/ problemas/ actividades), cuyo objetivo sea la conversión entre los diversos registros de **Representación semiótica**, por ejemplo, el desarrollo de la reacción química: los tipos de reacciones, usando simbologías y estructura de la reacción; se manifiesta muy bien la **Representación algebraica** donde se aplican cálculos y procedimientos matemáticos para determinar las incógnitas; y la **Representación analítica** en los textos se ve reflejada en el detalle que se le coloca a los procedimientos algebraicos para el abordaje de problemas, centrándose en las referencias escogidas.

Significados personales de la estequiometría

En la Figura 1, se presenta la red semántica de los descriptores de la estequiometría. Para la construcción de este gráfico se les solicitó a los sujetos interpretantes que describieran ordinalmente el tema. Una vez tabulada toda esa información se escogió la expresión de mayor frecuencia "Mol" y se le asignó una ponderación del 100%. Le siguió en frecuencia "Reactivos y productos" que por una simple regla de tres le corresponde una ponderación del 58%, y así sucesivamente como se presenta a continuación:

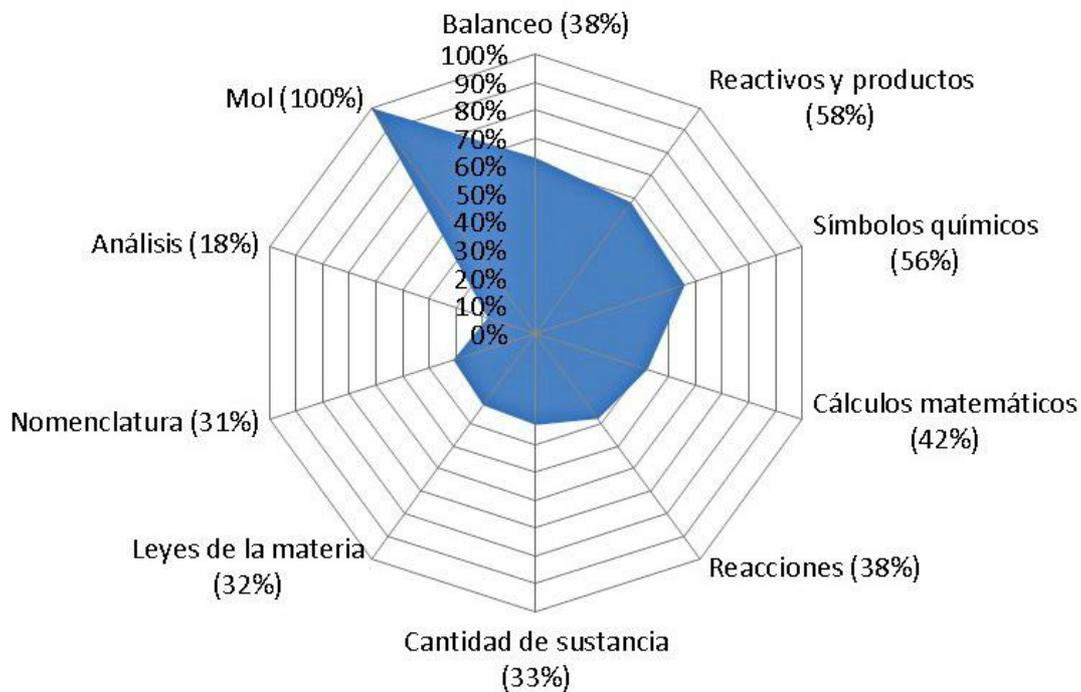


Figura 1: Representación gráfica de los descriptores de estequiometría.

El análisis del gráfico radial indica que los estudiantes:

1. Asocian la noción de estequiometría con la interpretación semiótica y algebraica atribuida al objeto químico-matemático del mol.
2. Evocan procedimientos específicos tales como el cálculo matemático y el análisis.
3. Relacionan la estequiometría, con objetos que no tienen claramente delineados su significado como los de símbolos químicos, nomenclatura y balanceo. Manifestándose la disparidad en su representación porcentual bastante dispersa, Se demuestra ambigüedad al utilizar expresiones como cantidad de sustancia, mol, leyes de la materia, análisis. Estos objetos mencionados denotan aislamiento en las categorías que conforman la estequiometría por lo que son expresión de la dispersión conceptual en el tema.

Además, se pudo observar lo siguiente:

1. La definición de estequiometría, la presentaron operacionalmente como los procedimientos necesarios para determinar y comprobar la ley de la conservación de la masa en las reacciones químicas dadas. Dejando de lado otras leyes aplicables en el tema, tampoco hicieron referencias a tipos de reacciones químicas que se presentan en los problemas de tipo estequiométricos.
2. Promovieron tímidamente la construcción de significados a través de actividades cognitivas fundamentales vinculadas a la semiótica como: la representación (símbolos químicos 56% y nomenclatura 31%), procedimientos (cálculos matemáticos 42% y análisis 18%) y conversión (cantidad de sustancia 33%, reactivos y productos 58%).

Respecto de los significados personales los sujetos muestran que en relación a:

- **Significado global:** son capaces de manifestar la comprensión total del objeto químico-matemático en estudio, expresado en los procedimientos o prácticas de ejercicios de estequiometría, logrando comprender en su mayoría las relaciones existentes entre la simbología química y las operaciones matemáticas inherentes al tema.
- **Significado declarado:** con respecto a la declaración de conceptos y procedimientos estequiométricos, además de su evaluación en función de los significados institucionales establecidos para la temática, los sujetos manifiestan una clara tendencia al análisis incorrecto de los conceptos y por ende de los problemas, debido a la dispersión en la comprensión de las categorías que fundamentan los conceptos, manifestando confusión y ansiedad ante un problema estequiométrico complejo.
- **Significado logrado:** en este caso los sujetos manifiestan una confusión de términos y procedimientos que dificulta el logro del estudiante en la comprensión del constructo teórico y por ende en la resolución de ejercicios. También es cierto, que una minoría de los estudiantes pudo alcanzar con éxito los significados institucionales propuestos, corroborando el cambio dado en sus significados personales.

Conclusión

El análisis ontosemiótico y las redes semánticas, son una herramienta que ofrece un enfoque único para conocer los significados que los estudiantes le atribuyen a los objetos químico-matemáticos, permitiendo determinar la significancia ontológica y semiótica para la estequiometría y averiguar las relaciones establecidas con otras expresiones químicas de base algebraica. La aplicación de la teoría de significados sistémicos en la enseñanza de la química como nuevo enfoque para el abordaje de la estequiometría permitió conocer que el elemento intensivo del tema responde a la interpretación matemática del mismo (una visión bastante restringida de este constructo). La interferencia entre la faceta extensiva y la faceta intensiva favorece la aparición de conflictos semióticos.

El estudio revela la complejidad de la estequiometría como compendio de conocimientos, poniendo en evidencia la importante brecha que existe entre el objeto químico personal manejado por los sujetos interpretantes y el objeto químico institucional introducido en los textos. La complejidad se refleja en la heterogeneidad de significados representados en la red semántica. Esta variedad tiene que ver con los diversos elementos de significado, por lo que se pueden proponer los siguientes conflictos semióticos:

Extensivos: por la variedad de interpretaciones conceptuales y procedimentales de la estequiometría;

Ostensivos: por la heterogeneidad de representaciones simbólicas intrínsecas al tema;

Actuativos: por la multiplicidad de procedimientos o estrategias para resolver un problema estequiométrico;

Intensivos: por la pluralidad de relaciones con otros objetos químico-matemáticos.

Referencias:

1. **Petrucci, R., & Geoffrey, F.** (2011). Química general: principios y aplicaciones modernas. 10ma edición. Pearson educación. Madrid, España.
2. **Godoy, M., & Alberto, K.** (2015). Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría. *Revista de investigación*, 39(84), 181-204.
3. **Raviolo, A., & Lerzo, G.** (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educ. quim* vol.27 no.3 Ciudad de México jul. 2016 <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.003>
4. **Del Valle Montoya, W. E.** (2012) Enseñanza de la estequiometría con un enfoque sistémico: estudio de casos. Facultad de Ciencias. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11024>
5. **Candela-Rodríguez, B., & Cataño-Pereira, R.** (2019). Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (45), 107-120.
6. **Izquierdo, M.** (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modernizar. In *Anales de la Asociación Química Argentina* (Vol. 92, No. 4-6, pp. 115-136). Asociación Química Argentina.
7. **Negrón, A. C. V., & Gil, P. E. G.** (2010). En busca de alternativas para facilitar la enseñanza aprendizaje de la estequiometría. *En Blanco y Negro*, 1(1), 1-8.
8. **Godino, J., & Batanero, C.** (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14 (3): 325-355.
9. **Olesker, L.** (2013). Significado dado a los fenómenos aleatorios en el contexto de la enseñanza media uruguaya. En SEMUR, Sociedad de Educación Matemática Uruguay (Ed.), VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (pp. 78-85). Montevideo, Uruguay: SEMUR.
10. **Godino, J., & Font, V.** (2007). Algunos desarrollos de la teoría de los significados sistémicos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(3), 325-355.
11. **Palop, M. P., & García, P. Á.** (2017). El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: fortalezas y debilidades. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 20(1), 201-217.
12. **González, E., Guerrero, A., Yáñez, J., & González, L.** (2015). La resolución de problemas en los libros de texto: un instrumento para su análisis. *Avances de investigación en educación matemática*, (8), 73-94.
13. **Braga Blanco, G., & Biver Domínguez, J.** (2016). El análisis de libros de texto: una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista complutense de educación*. Vol. 27 Núm. 199-218.
14. **Martínez, J., & Rubio, J. C.** (2018). Teoría y metodología de investigación sobre libros de texto: análisis didáctico de las actividades, las imágenes y los recursos digitales en la enseñanza de las Ciencias Sociales. *Revista Brasileira de Educação*, 23.
15. **Godino, J., Burgos, M., & Wilhelmi, M.** (2020). Papel de las situaciones adidácticas en el aprendizaje matemático. Una mirada crítica desde el enfoque ontosemiótico. Enseñanza de las Ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 38(1), 147-164.
16. **Godino, J., Batanero, C., Burgos, M., & Gea, M.** (2021). Una perspectiva ontosemiótica de los problemas y métodos de investigación en educación matemática. *Revemop*, 3, e202107-e202107.
17. **Gea Serrano, M., Fernandes, J., López Martín, M., & Arteaga Cezón, J.** (2017). Conflictos semióticos relacionados con la organización de datos bidimensionales en libros de texto de Bachillerato. En: J.M. Contreras, et al. (eds.). Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos: Actas. Granada: Universidad de Granada, [<http://hdl.handle.net/10481/45428>]
18. **Brown, T., LeMay Jr, H., Bursten, B., & Burdge, J. R.** (2014). Química: la ciencia central. 12 va edición. Pearson educación. D.F, México.
19. **Petrucci, R., & Geoffrey, F.** (2011). Química general: principios y aplicaciones modernas . 10ma edición. Pearson educación. Madrid, España.
20. **Chang, R; Goldsby, K., & Nagore Cazares, G.** (2017). Química. 12va edición. Editorial McGraw-Hill International. D.F, México.

 **Química Viva**

ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista **Química Viva**

Número 1, año 21, Abril 2022

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar

De cómo una actividad de extensión universitaria se transformó en Práctica Social

Educativa: la experiencia de “Ciencia a Mano”.

Giulia Clas^{1*}, Cecilia Alonso^{2*}, Paula Portela^{3*}, Roberto Pozner^{3*}, Mariela Chertoff^{3*}, Enrique Corapi^{4*}, Guadalupe Rodríguez Ferrante^{5*}, Ezequiel Surace^{1,6*}

1 Laboratorio de Enfermedades Neurodegenerativas (INEU-CONICET-Fleni),

2 Secretaria Académica, Profesora invitada (FCEN-UBA),

3 Departamento de Química Biológica – IQUBICEN – FCEN-UBA,

4 Laboratorio de Glicobiología Celular y Genética Aplicada de Levaduras, Fisiología, Biología Molecular y Celular (FCEN-UBA),

5 Laboratorio de Cronobiología (Universidad Nacional de Quilmes),

6 Departamento de Fisiología, Biología Molecular y Celular – FCEN-UBA

esurace@hotmail.com

** Todos los autores contribuyeron equitativamente.*

[Versión para imprimir](#) 

Resumen

En el año 2016, “Ciencia a Mano” (CaM) comenzó como una actividad de extensión universitaria con el objetivo de ser un espacio de intercambio entre estudiantes Sordos e Hipoacúsicos de escuela media y la comunidad educativa de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA). Durante 4 años se consolidó un equipo que incluyó a los estudiantes Sordos de escuela secundaria, sus profesoras e intérpretes de Lengua de Señas Argentina, y por otro lado, a estudiantes, becarios y docentes de FCEN-UBA. Las actividades en el área de Ciencias Biológicas sirvieron como trasfondo para repensar estrategias pedagógicas, hacer adecuaciones en el aula y en los laboratorios, y comprender los obstáculos que aún persisten para las personas Sordas en el acceso a la educación superior. La UBA creó el programa de Prácticas Sociales Educativas (PSE) en el año 2010 con el objetivo de formar a los estudiantes universitarios en prácticas con función social. En el año 2019 la FCEN-UBA conformó un equipo interdisciplinario de docentes que se encargó de reglamentar y poner en marcha las PSEs, tomando como base actividades de extensión que ya se vinieran desarrollando en la Facultad. En este artículo comentaremos sobre la transición de CaM hacia una PSE y discutiremos los desafíos que significó hacerlo en el contexto de la pandemia Covid-19. Asimismo, como resultado de la creación de la flamante PSE “Ciencia a Mano” ocurrió un hito hasta hace poco impensado en FCEN-UBA: el nombramiento de la primera profesora visitante Sorda.

Palabras clave: discapacidad, lengua de señas argentina, accesibilidad, educación

On how a university outreach activity was incorporated into the formal curriculum as a social educational practice: The experience of “Ciencia a Mano”

Summary

In 2016, “Ciencia a Mano” (CaM, “Science at Hand”) started as a university outreach activity with the goal of generating a space for exchange between Deaf and Hard-of-hearing high school students and the hearing community of the School of Exact and Natural Sciences, University of Buenos Aires (FCEN-UBA). During 4 years, the team was consolidated which comprised: Deaf high school students, their teachers, Argentine Sign Language interpreters and, on the other hand, students, fellows and teachers at FCEN-UBA. Activities in the area of Biological Sciences served as a framework in which to rethink teaching strategies, make adjustments in classrooms and laboratories, and understand the obstacles still present for Deaf people to access higher education. The University of Buenos Aires created the “Educational Social Practices” (PSE) program in the year 2010 in an effort to consolidate its social role. In 2019, FCEN-UBA gathered an interdisciplinary faculty group that was responsible for launching different PSEs, taking

as reference, outreach activities already in place at FCEN-UBA. In this article, we will comment on the transition of CaM towards a PSE and discuss the challenges of doing so during the Covid-19 pandemic. Also, as a result of the creation of CaM as PSE, an unthinkable milestone occurred at FCEN-UBA: the appointment of the first Deaf visiting professor.

Keywords: disability, Argentine Sign Language, accessibility, education

Introducción

Les proponemos a las personas que están leyendo este artículo contestar a la siguiente pregunta tomando nota de la respuesta: ¿A cuántas personas Sordas han tenido de compañeras en la Universidad y/o en el trabajo? (luego explicaremos la razón de la “S” mayúscula en la palabra “Sordas”)

La sordera o hipoacusia se define clínicamente como “la incapacidad total o parcial de escuchar sonidos en uno (unilateral) o ambos oídos (bilateral)”. La sordera puede ocurrir en cualquier momento de la vida como consecuencia de distintos factores. Ahora bien, cuando la pérdida auditiva ocurre antes de los 4 o 5 años de edad se establece una situación muy particular dado que es hasta esa edad en la que se desarrolla el lenguaje a través de la adquisición del habla. Además de no escuchar sonidos, el infante sordo, a medida que crece, pierde la posibilidad de adquirir a través de una lengua, conocimientos del mundo que lo rodea. Es allí donde la adquisición de una primera lengua puramente visual-gestual, como es la lengua de señas, representa una oportunidad única en el desarrollo de las personas sordas. Si bien existen posibilidades tecnológicas complementarias como el uso de audífonos o implantes cocleares, que de hecho pueden ser muy útiles en algunas personas, lejos están de ser las soluciones “mágicas” que en ocasiones vemos en videos emotivos de redes sociales. No todas las personas recuperan niveles aceptables de audición con estos dispositivos y aun así, se requieren largos períodos de entrenamiento fono-audiológico. No es el objetivo central de este artículo entrar en la polémica acerca del oralismo o el uso exclusivo de la lengua de señas, sino abogar por el derecho de cada persona de elegir libremente qué idioma (lengua) utilizar para comunicarse y recibir información. Cabe destacar que existe una comunidad de personas que tiene a la lengua de señas como parte de una herencia cultural, al igual que sucede con cualquier otro idioma oral. De allí que las comunidades Sordas utilicen la “S” mayúscula para designar la pertenencia a este grupo señante y usen la “s” minúscula para referirse a la sordera desde el punto de vista clínico.

En este artículo ofreceremos nuestra experiencia acerca de una asignatura pendiente de nuestra sociedad hacia la mayor parte de los integrantes de la comunidad Sorda: el acceso a la educación universitaria.

Comienzos de “Ciencia a Mano”

En el año 2016, se lanzó oficialmente la actividad de extensión universitaria “Ciencia a Mano” (CaM) en conjunto con la comunidad educativa de la Escuela de Comercio “Gabriela Mistral” de la ciudad de Buenos Aires. Esta escuela fue fundada en el año 1950 para estudiantes oyentes y en el año 1994 se incorporaron estudiantes Sordos e hipoacúsicos bajo una modalidad bilingüe – español/Lengua de Señas Argentina (LSA) con aulas exclusivas para estos estudiantes.

El equipo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA) estaba (y sigue estando) compuesto por docentes, investigadores y becarios que previamente desarrollaban un taller de extensión titulado “Levaduras: más que simples productoras de pizzas y cervezas” en el cual se realizaban actividades teórico-prácticas en distintas escuelas de la ciudad de Buenos Aires, hasta ahora sólo de estudiantes oyentes. Diversos intereses y acercamientos con la comunidad Sorda, fueron el puntapié inicial para adaptar este taller para estudiantes Sordos que utilizaran LSA a través de un minucioso trabajo conjunto con la asesora pedagógica de la escuela, sus docentes e intérpretes de LSA-español (ILSA).

Para el equipo de la Facultad, este primer paso significó la inmersión en una dinámica pedagógica absolutamente novedosa. Por un lado, fue necesario re-estructurar las guías de trabajos prácticos para que los contenidos estuviesen fuertemente representados con gráficos, dibujos y esquemas. Asimismo, revisamos extensamente los temas teóricos junto a docentes y, principalmente, a ILSA para armonizar conceptos y señas. Por otro lado, los pupitres dentro del aula en la Facultad fueron dispuestos en semicírculo para que todas las personas pudieran verse claramente y que la interacción entre compañeros y con la dupla docente-intérprete de LSA fuera lo más fluida posible. Algo similar ocurrió en los laboratorios: fue necesario tener grupos reducidos de estudiantes que trabajaran con un integrante del equipo FCEN-UBA y una persona que realizara la interpretación LSA-español. La figura de “dupla pedagógica: docente oyente-intérprete de LSA/español” es habitual en escuelas secundarias para estudiantes

Sordos señantes, no así en el ámbito universitario en general. Otro tema a destacar en la dinámica dentro del aula, durante las explicaciones teóricas, como en el laboratorio, era el hecho de los tiempos y los turnos para comunicarse. Los docentes oyentes solemos hacer preguntas de manera oral durante una explicación a un auditorio de estudiantes oyentes a la espera de varias respuestas en tiempos cortos, como apoyos y disparadores de conceptos. Cuando el auditorio está constituido en su mayoría por estudiantes Sordos, existe un tiempo de espera distinto y particular dado que una vez que el docente oyente hizo la pregunta la intérprete debe señalarla a los estudiantes, ellos deben levantar la mano, esperar su turno, señalar la respuesta y, por último, la intérprete enunciar oralmente las respuestas en español. Obviamente, esta dinámica es habitual, como ya dijimos anteriormente, en escuelas secundarias dirigidas a personas Sordas, pero para los docentes oyentes que nunca habíamos estado frente a un grupo de estudiantes Sordos, esto significó un re aprendizaje total de la forma en la que nos comunicamos y transmitimos conocimientos científicos.

No alcanzaría el espacio asignado a este artículo para describir de manera cabal lo que vivimos todas las personas involucradas ese primer año en CaM. La respuesta que recibíamos de los estudiantes Sordos fue tan extraordinaria que tuvimos que agregar visitas guiadas a distintas aulas y espacios de la Facultad en los días en que ellos venían a realizar los trabajos teórico-prácticos. Asimismo, a modo de cierre de la actividad, los estudiantes del Gabriela Mistral confeccionaron afiches y presentaciones en formato PowerPoint y lideraron estaciones de trabajo con microscopios y placas de Petri en el hall central de FCEN-UBA. Ese día, fueron los protagonistas de contarle al público convocado lo aprendido acerca de las levaduras, su biología, la fermentación y su aplicación en la producción de alimentos y bebidas. Esta actividad ocurrió en el contexto de las mostraciones anuales llevadas a cabo por la Secretaría de Extensión de FCEN-UBA con escuelas secundarias. Lo novedoso de ese año fue que nunca antes había habido estudiantes Sordos señalando lo que habían aprendido y vivido en la Facultad.

Al año siguiente se sumaron dos nuevos establecimientos educativos a CaM: el Centro Educativo Nivel Secundario N°66 (CENS 66) y el Instituto Integral de Educación (IIDE), ambos en la ciudad de Buenos Aires. El CENS N°66 está destinado a personas Sordas adultas que retoman su educación secundaria, mientras que el IIDE es un establecimiento en el que estudiantes Sordos y oyentes comparten el mismo aula. Además de dictar el taller de “Levaduras...” creamos el taller de “ADN: la molécula de la vida” y éstos se fueron alternando año a año.

El hecho de estar trabajando con tres escuelas en simultáneo y con nuevos estudiantes de FCEN-UBA que se incorporaban en cada edición de CaM, representó la consolidación de un equipo de trabajo único. La articulación fluida entre FCEN-UBA y la comunidad educativa de cada escuela fue clave para el éxito de CaM año a año.

“Ciencia a Mano” se transforma en Práctica Social Educativa

La UBA define a las PSE como trayectos formativos que, mediante espacios de enseñanza y aprendizaje, permiten la articulación de contenidos curriculares con necesidades y demandas de la sociedad.

No tardamos en aceptar la invitación de la Secretaría Académica de FCEN-UBA, el año 2019, para ser parte del grupo de docentes de distintos departamentos encargados de confeccionar la normativa para la implementación de PSE en FCEN-UBA. Luego de su aprobación, presentamos el proyecto dado que “Ciencia a Mano” era un ejemplo de actividad de extensión universitaria candidata a ser adaptada al nuevo formato de PSE. El principal cambio conceptual radicaba en que los estudiantes de FCEN-UBA tuvieran una participación más activa en el diagnóstico de las necesidades/obstáculos en la sociedad y plantearan posibles soluciones actuando de manera mancomunada con la comunidad extrauniversitaria. Asimismo, se debían incluir espacios formales en los que se impartieran nuevos conocimientos/habilidades que articularan con los conocimientos adquiridos previamente por los estudiantes universitarios.

Hacia fines del año 2019, se aprobó el reglamento de PSE en FCEN-UBA y se presentaron tres proyectos pendientes de aprobación por parte del Consejo Superior de la UBA, entre los que se encontraba CaM. En ese entonces, nos fuimos preparando para lanzar CaM en su nuevo formato durante el año 2020.

Debido a las restricciones como consecuencia de la pandemia de Covid-19, durante el año 2020 CaM se interrumpió casi por completo. Logramos filmar un video en Lengua de Señas Argentina y subtítulos con recomendaciones de cuidados básicos contra Covid-19 en el que participó una gran cantidad de estudiantes y docentes de FCEN-UBA. El video fue realizado junto con la asesora pedagógica de la escuela Gabriela Mistral y el asesoramiento de un integrante de la comunidad Sorda experto en la generación de material visual inclusivo. El mismo fue compartido en las redes sociales de CaM.

Hacia fines de 2020, el Consejo Superior de la UBA aprobó a CaM como Práctica Social Educativa, siendo la primera PSE de la FCEN-UBA. El mayor desafío llegó durante el año 2021 cuando las autoridades de la Secretaría Académica nos propusieron que debíamos realizar las adaptaciones necesarias para realizar la PSE en formato virtual. A esta altura estábamos más acostumbrados al uso de plataformas del estilo Zoom o Meet pero debíamos convocar estudiantes de FCEN-UBA, contactarnos con las escuelas secundarias y hacer el diagnóstico de cuáles serían las actividades a realizar en contexto de pandemia. Esta planificación incluyó la creación de un espacio en el que se impartieran nuevos conocimientos y habilidades a los estudiantes FCEN-UBA. Una de las actividades fue incluir una clase de Historia y Cultura de la Comunidad Sorda y conocimientos básicos de LSA en CaM. Dado que todos los integrantes de CaM, hasta ese momento, éramos oyentes y además respetamos una frase troncal del trabajo con personas con discapacidad que dice: “Nada sobre nosotros sin nosotros”, nos propusimos convocar a una docente Sorda para que se sumara al equipo. Cecilia Alonso (una de las autoras de este artículo), es una referente dentro de la comunidad Sorda en Argentina, docente e instructora universitaria de LSA. Cuando le comentamos, vía Zoom, acerca de CaM y de esta nueva etapa como PSE, aceptó inmediatamente ser parte del equipo. Y es así como un día, histórico por cierto, y gracias al apoyo de la Secretaría Académica de FCEN-UBA, se concretó el nombramiento de la primera profesora visitante Sorda de la Facultad. El orgullo enorme que esto nos generó se hizo más grande cuando fuimos testigos de la clase que Cecilia ofreció a los estudiantes FCEN-UBA (Figura 1).



Figura 1: Captura de pantalla de la clase dictada por Cecilia Alonso (arriba a la derecha) junto a la intérprete de LSA (abajo) a estudiantes FCEN-UBA.

Para realizar en formato virtual las actividades de la flamante PSE CaM, fuimos afortunados en varios aspectos. Nos contactamos por correo electrónico con las autoridades del CENS N°66 para plantearles la propuesta de CaM virtual y casi instantáneamente estábamos charlando vía Zoom para coordinar días de clases online y guardar una mínima esperanza de que la situación epidemiológica permitiera al menos un encuentro presencial en la escuela. Otro aspecto afortunado fue la respuesta altamente positiva por parte de los estudiantes FCEN-UBA en inscribirse a una PSE, sin tener muy claro aún qué era una PSE. El tema a desarrollar ese año fue el de “Levaduras...”. Una vez cerrada la inscripción y con todos los detalles listos, comenzó CaM en versión PSE en pandemia.

Los estudiantes FCEN-UBA (que pertenecían a distintas carreras) se dividieron en tres grupos y cada uno debía realizar un video corto explicando distintos aspectos de las levaduras: un grupo debía explicar la biología celular, otro, debía explicar la fermentación alcohólica y el último mostrar aplicaciones de las levaduras en la industria alimenticia.

Estos videos se mostrarían a los estudiantes del CENS N°66 en un encuentro vía Zoom y debían ser el puntapié inicial para un intercambio de conocimientos coordinado por cada grupo de estudiantes FCEN-UBA. Los videos debían cumplir con ciertas premisas técnicas para que pudieran ser vistos correctamente y que incluyeran subtítulo. La comunicación que antes se hubiera hecho a través de la dupla pedagógica, docente oyente-ILSA, parada frente a un aula con bancos dispuestos de manera semicircular, ahora debía realizarse a través de la computadora estando atentos a los recuadros de cada persona en Zoom y adaptarse a los tiempos de conexión de internet. Los estudiantes FCEN-UBA demostraron un interés enorme y produjeron videos con diversos recursos pedagógicos los cuales abordaron el contenido académico propuesto. El día de la actividad, cada uno de los estudiantes FCEN-UBA comenzó por presentarse en LSA y ese solo hecho al principio de la charla fue clave para “romper el hielo”. Se generaron muchas preguntas luego de la proyección de los tres videos y el intercambio entre los estudiantes de FCEN-UBA y los del CENS N°66, fue altamente enriquecedor.

En los días en que se desarrollaron las distintas actividades virtuales, surgió una buena noticia. La situación epidemiológica de la pandemia permitiría realizar una actividad presencial en el gimnasio de la escuela. Inmediatamente, el equipo FCEN-UBA programó tres estaciones de trabajo: una de observación microscópica de levaduras y colonias en placas de Petri, otra en la que se demostraba la fermentación del azúcar y otra en la que se mostraban distintos alimentos en los que las levaduras estaban involucradas. Esto significó que los estudiantes FCEN-UBA debían hacer un pre-práctico y preparar todo el material para llevar a la escuela. Se pudo gestionar que un grupo reducido de estudiantes FCEN-UBA ingresara a un laboratorio de la Facultad para realizar dichas tareas. Este hecho, que puede sonar trivial, no lo era. A causa de las restricciones por la pandemia, ninguno de los estudiantes FCEN-UBA habían pisado aún la Facultad. Nos preguntamos: ¿habrán sentido la misma emoción de entrar a la Facultad como la que sintieron todos los estudiantes Sordos de escuela secundaria en años anteriores? (Figura 2)



Figura 2: Estudiante realizando el pre-práctico junto a Paula Portela en laboratorios de FCEN-UBA.

Finalmente, gracias al trabajo de las autoridades del CENS N°66, sus docentes e intérpretes pudimos llevar CaM a la escuela. Teniendo en cuenta todos los recaudos necesarios, se instalaron las tres estaciones de trabajo. Los estudiantes del CENS que hasta ahora sólo habíamos visto a través de la pantalla, nos recibieron con el mismo entusiasmo que nos habían recibido otras camadas de estudiantes en CaM pre-pandemia. Nuevamente, no alcanzaría el espacio asignado a este artículo para describir la emoción que todos sentimos ese día. La ciencia se hizo presente cara a cara, a través de la LSA. (Figura 3)



Figura 3: (izquierda) Grupo de estudiantes del CENS N°66 y docentes y estudiantes FCEN-UBA el día del taller presencial en la escuela. (derecha) Código QR que direcciona al vínculo con un video que resume la actividad de la PSE CaM 2021

A modo de cierre, las PSE representan una oportunidad única para los estudiantes universitarios de poner en práctica sus conocimientos (no solamente los específicos de sus respectivas carreras), de intercambiar saberes con la sociedad y de juntos ser el motor de cambio. Aún hoy en Argentina persisten obstáculos muy grandes en cuanto al acceso a la educación superior para las personas Sordas. El objetivo primordial es que “Ciencia a Mano” deje de existir como tal algún día, cuando la respuesta a la pregunta que les planteamos en el primer párrafo de este artículo sea: “un montón”.

Enlaces y mayor información:

1. <https://exactas.uba.ar/practicas-sociales-educativas/>
2. Facebook: [cienciaamano](#)
3. Instagram: [@cienciaamano](#)

 **Química Viva**

ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista **Química Viva**

Número 1, año 21, Abril 2022

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar