

Innovación para la enseñanza de la Química

PERÍODO DE RECUPERACIÓN APOYADO POR STEAM EN CONTEXTO DE PANDEMIA

Walter Acosta ¹, Sandra A. Hernández ^{1,2}

1- *Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Química, Gabinete de Didáctica de la Química, Argentina.*

2- *Instituto de Química del Sur (INQUISUR), Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET, Avenida Alem 1253, CP800CPB, Bahía Blanca, Argentina.*

E-mail: walter.acosta.williche@gmail.com, sandra.hernandez@uns.edu.ar

Recibido: 09/11/2021. Aceptado: 17/04/2023.

Resumen. Se presenta la propuesta pensada para evaluar en febrero de 2021 la asignatura Química Orgánica y Biológica, diagramada para estudiantes de 6to año de Educación Secundaria Técnica cuyo informe valorativo mostrara dificultades de aprendizaje en el año 2020, de cursada remota. Se elige como metodología de trabajo el abordaje de un proyecto con enfoque STEAM (acrónimo de: Science, Technology, Engineering, Art y Mathematics) con el propósito de promover el aprendizaje de conceptos científicos mediante su instrumentación en la elaboración de un producto. La investigación, el diseño en 3D y el análisis de las biomoléculas involucradas en esta propuesta de evaluación permitió conjugar saberes científicos, tecnológicos, ingenieriles, artísticos y matemáticos. Los resultados de las evaluaciones fueron satisfactorios y el estudiantado valoró de manera muy positiva la experiencia.

Palabras clave. Química Orgánica y Biológica, pandemia, acreditación y promoción, proyecto STEAM, modelización.

Recovery period supported by STEAM in the context of pandemic

Abstract. The proposal designed to evaluate in February 2021 the subject Organic and Biological Chemistry, diagrammed for students of 6th year of Technical Secondary Education whose assessment report showed learning difficulties in the year 2020, of remote course. The methodology chosen is the addressing of a project with a STEAM approach (acronym for: Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) with the purpose of promoting the learning of scientific concepts through their instrumentation in the elaboration of a product. The research, the 3D design and the analysis of the biomolecules involved in this evaluation proposal allowed combining scientific, technological, engineering, artistic and mathematical knowledge. The results of the evaluations were satisfactory and the students assessed the experience in a very positive way.

Key words. Organic and Biological Chemistry, pandemic, accreditation and promotion, STEAM project, modelling.

INTRODUCCIÓN

El 2020 no solo se constituyó en un año atípico en el que tanto docentes como estudiantes debieron adaptarse a nuevas modalidades de enseñanza y aprendizaje, sino que además hubo que adecuarse a los lineamientos de evaluación, calificación, acreditación y promoción de las y los estudiantes



del Nivel Secundario en el Ciclo 2020 con continuidad en el 2021, volcando todos los resultados en un Registro Institucional de Trayectorias Educativas (RITE) (DGCyE, 2020). (Figura 1)



Figura 1. Resumen esquemático de los lineamientos de evaluación, calificación, acreditación y promoción de las y los estudiantes del Nivel Secundario en el Ciclo 2020 con continuidad en el 2021 sugeridos en el RITE.

De acuerdo con el Documento de evaluación, calificación, acreditación y promoción de la Educación Secundaria 2020-2021 (DGCyE, octubre 2020), la Trayectoria Educativa Avanzada (TEA) corresponde a la aprobación de todos los espacios curriculares que conforman el Trayecto de Finalización del Nivel Secundario en diciembre de 2020 dando lugar a la certificación del nivel. La condición TEA se completa en el RITE detallando los aprendizajes logrados.

Por su parte, las Trayectoria Educativa en Proceso (TEP) y Trayectoria Educativa Discontinua (TED): corresponden a las y los estudiantes que en diciembre de 2020 no hubieran aprobado alguno, varios o ninguno de los Proyectos Curriculares Integrados, dejando abierto (en blanco) el Boletín de Calificaciones. La condición TEP o TED se completa en el RITE de cada estudiante, detallando los aprendizajes pendientes.

Asimismo, el Documento estipula los plazos a considerar estableciendo que el Boletín podría quedar abierto hasta el 30 de abril de 2021, fecha en que se cerrarían y se registrarían las calificaciones numéricas en las materias correspondientes. Considera además que, para las y los estudiantes que no hubieran aprobado el Trayecto de Finalización de Nivel Secundario en el mes de abril, se habilitan instancias de acompañamiento durante el transcurso del 2021 para la presentación a Comisiones Evaluadoras.

En este trabajo se presenta la propuesta pensada para evaluar en febrero de 2021 la asignatura Química Orgánica y Biológica, diagramada para estudiantes de 6to año de Educación Secundaria Técnica cuyo informe valorativo mostrara dificultades de aprendizaje en el año de cursada remota, es decir, aquellos que tuvieran Trayectoria Educativa en Proceso (TEP) y Trayectoria Educativa Discontinua (TED).

Respecto a evaluar el aprendizaje en una enseñanza centrada en competencias Álvarez Méndez (2011) sugiere "Pasar del carácter estático

del examen a la dinámica de la participación, de la construcción, del diálogo, del

intercambio, en la que la información sea relevante para la construcción del aprendizaje y para superar las dificultades, incluidos los errores” (p. 223).

Para promover la motivación se elige como metodología de trabajo el abordaje de un proyecto con enfoque STEAM, acrónimo de los términos en inglés: Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas: CTIAM) con el propósito de promover el aprendizaje de conceptos científicos mediante su instrumentación en la elaboración de un producto (Domènech-Casal, 2018). Al respecto, Santillán, Cadena y Cadena (2019), citan a Mendiola (2018) señalando:

...la importancia de la aplicabilidad de este modelo dinámico de la educación que añade a las disciplinas científicas (ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas) además de las humanidades (artes, diseño) valor agregado, pues despliegan la creatividad, interdisciplinariedad y asume la intuición para la realización de proyectos artísticos, científicos y nuevos descubrimientos de expresión personal cargados de imaginación. (p. 217)

En tal sentido, se alienta al estudiantado a tomar el lugar de investigador y creador apoyado en la modelización en 3D de macromoléculas orgánicas de interés biológico.

El objetivo de este artículo es valorar el trabajo realizado por cuatro estudiantes en una instancia recuperatoria y analizar el resultado de la estrategia utilizada en la evaluación requerida para la acreditación y promoción de saberes.

MARCO CURRICULAR E INSTITUCIONAL

La asignatura Química Orgánica y Biológica se dicta para estudiantes de 6to año del ciclo de Formación Científico-Tecnológica, de Educación Técnica Profesional para Técnicos Químicos, de acuerdo con el Diseño Curricular de la Provincia de Buenos Aires.

Más allá de la adquisición de los saberes específicos de la asignatura, el Diseño Curricular antes mencionado, establece la importancia de “la contextualización de los contenidos desarrollados en la formación científico-tecnológica y en la formación general, necesaria para el desarrollo de su profesionalidad y actualización permanente” (Anexo 3 DGCyE, pág.9).

Asimismo, compartimos la proposición de articular la acción y la reflexión puestas en juego en la integración teoría y práctica tendientes a favorecer la construcción y adquisición de los contenidos a aprender, beneficiando los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

La tabla 1 explicita la condición de cada estudiante y los temas a recuperar de acuerdo con la asignatura y la orientación específica.

Tabla 1. Condición RITE y temas a recuperar de cada estudiante.

Estudiante	RITE	Temas a recuperar
1	TED	- Hidratos de Carbono - Ácidos grasos - Aminoácidos
2	TEP	- Ácidos grasos
3	TEP	- Hidratos de Carbono
4	TEP	- Ácidos grasos
<p>TEP: trayectoria educativa en progreso (logró algunos contenidos). TED: trayectoria educativa discontinua (no logró vincularse con los contenidos prioritarios).</p>		

Atendiendo a las capacidades que el estudiantado debiera desarrollar para alcanzar la condición de Trayectoria Educativa Avanzada (TEA), se propusieron las actividades descritas en el apartado Metodología.

CONSIDERACIONES PREVIAS

Antes de describir la metodología implementada, resulta oportuno remarcar que el diseño de esta propuesta fue diferente a como se desarrolló la materia a lo largo del año de pandemia en la que prevalecieron los trabajos prácticos grupales y los exámenes vía formulario de Google del tipo cuestionario.

Entendiendo que la evaluación formativa constituye un proceso en continuo cambio, producto de las acciones del estudiantado y de las propuestas pedagógicas que promueva el docente (Díaz Barriga y Hernández, 2002), es que se realizaron las modificaciones planteadas.

Siendo este el primer trabajo diseñado por el docente de esta materia apoyado en la metodología activa STEAM, se ofrecieron a las y los estudiantes instancias de encuentros virtuales para poder abordar la actividad recuperatoria. Utilizando Google Meet como servicio de videoconferencia, el docente realizó dos encuentros en los cuales se reforzaron los temas a recuperar, se explicaron la metodología de trabajo y el uso de las herramientas básicas del modelador 3D, dando oportunidad al estudiantado de evacuar sus dudas. El canal de comunicación recurrente para realizar consultas o plantear inconvenientes lo constituyó un grupo de WhatsApp denominado "RITE-recuperatorio 2021" donde se encontraban el profesor y los estudiantes a rendir.

METODOLOGÍA

La secuencia de actividades propuestas se realizó para 4 estudiantes cuyo desempeño mostraba carencias en alguno o varios de los temas abordados en la asignatura Química Orgánica y Biológica y por lo cual no lograron cumplir con los contenidos mínimos abordados en el año 2020 (Tabla 1).

El trabajo a desarrollar se explicó en el mes de febrero de 2021, para ser entregado finalizado el periodo de recuperación en abril de 2021, fecha estipulada por la Dirección General de Cultura y Educación.

La propuesta se presentó como un proyecto STEAM que incluyó cuatro actividades relacionadas entre sí:

Actividad N°1: Investigación

De acuerdo con el tema a recuperar (hidrato de carbono, ácido graso, aminoácido), la investigación a realizar respecto a la o las biomoléculas/s en estudio incluía: ubicación en la naturaleza, clasificación, importancia, grupos funcionales involucrados y características físico- químicas.

Para realizar la investigación, el estudiantado podía consultar el material bibliográfico y los documentos disponibles en el Classroom de la asignatura.

Con los datos recogidos de la investigación, cada estudiante debía realizar, de manera individual, una ficha para cada molécula en estudio, la cual debía ser compartida como un documento en formato pdf. Dicho escrito debía ser redactado de manera clara, organizando las distintas secciones de la ficha, respondiendo a las características requeridas para cada compuesto y acompañando con capturas de pantalla del modelado 3D, mostrando las moléculas estudiadas desde distintos ángulos.

Actividad N°2: Modelización 3D

Habiendo investigado acerca de la/s biomolécula/s asignada/s, de acuerdo con el tema a recuperar, la modelización en 3D de dichas moléculas se realizó utilizando el software gratuito online Tinkercad (2011).

Para el diseño, se sugirió poner especial énfasis en las longitudes de enlaces entre átomos, la conformación espacial y la distinción mediante colores de cada tipo de átomo constituyente de la molécula en estudio (hidrato de carbono, ácido graso, aminoácido) según correspondiera.

En esta instancia, cada estudiante debía articular aspectos científicos, tecnológicos, ingenieriles, artísticos y matemáticos para llevar a cabo el diseño de la/s biomolécula/s.

Finalizado el diseño de la/s misma/s cada estudiante debió exportar desde Tinkercad un archivo compatible con impresora 3D para su posterior impresión en la impresora que dispone la institución.

Actividad N°3: Exposición de lo realizado

Reunidos a través de una videoconferencia utilizando la plataforma de Google Meet, cada estudiante realizó la exposición dialogada del análisis de la/las estructura/s elegidas, profundizando las propiedades fisicoquímicas y poniendo en consideración su experiencia de articulación.

Actividad N°4: Formulario de sondeo y evaluación de lo realizado

Luego de la discusión y puesta en común de lo trabajado, la entrega de los archivos generados, el informe final, así como la apreciación personal acerca de la experiencia con enfoque STEAM realizada, debían subirse a un formulario de Google para su posterior evaluación por parte del docente.

RESULTADOS

La exposición sincrónica de lo realizado vía Meet (actividad N°3) se constituyó en una instancia de enriquecimiento mutuo que dio lugar no solo a la presentación y discusión de lo que cada estudiante había investigado (actividad N°1) y modelizado (actividad N°2), sino que además permitió profundizar conceptos fisicoquímicos de relevancia de las moléculas orgánicas puestas en consideración. La tabla 2, muestra las biomoléculas investigadas y modelizadas por cada estudiante, de acuerdo con el tema que debía recuperar.

A continuación, se presentan las apreciaciones personales vertidas por cada estudiante en el formulario de sondeo y evaluación de lo realizado (Actividad N°4).

En cuanto a la edad de los/as estudiantes evaluados/as, dos dijeron tener 19 años, una 18 años y uno 17 años.

Tres de los/as cuatro estudiantes declararon haber sido esta la primera vez que utilizaban un programa de diseño en 3D.

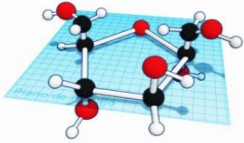
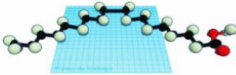
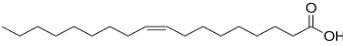
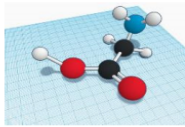
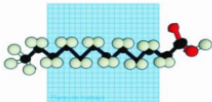
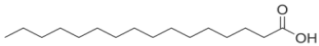
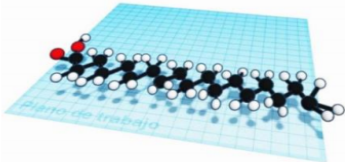
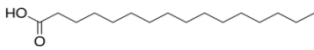
De manera unánime, consideraron importante aprender nuevas herramientas digitales, realizando las siguientes consideraciones:

- ✓ Estudiante 1: *"Creo que la tecnología es algo que puede avanzar infinitamente, y creo que es mejor que las personas vayamos a la par de ella para saber cómo utilizarla a nuestro favor"*.
- ✓ Estudiante 2: *"Está bueno incorporar nuevas herramientas digitales para hacer más fácil y atrayente el contenido para los alumnos"*.
- ✓ Estudiante 3: *"Además de ser una herramienta nueva, en mi opinión, también es una herramienta útil que nos puede servir en un futuro"*.
- ✓ Estudiante 4: *"Las herramientas digitales nos permiten utilizar el conocimiento y las destrezas relacionadas al desarrollo de elementos y procesos"*.

Al consultarles acerca de cuáles habían sido las dificultades a la hora de realizar el trabajo de recuperación, los/as estudiantes manifestaron:

- ✓ Estudiante 1: *"La manera de manejar la página (Tinkercard) era media complicada pero cuando ya aprendí como usarla me resultó fácil."*
- ✓ Estudiante 2: *"Me costó bastante realizar la molécula 3D ya que no sabía utilizar muy bien la aplicación. Pero con la ayuda de videos y amigos pude realizarla. Y a veces me cuesta desarrollar algunos puntos teóricos, porque mi lenguaje coloquial es muy escaso"*.
- ✓ Estudiante 3: *"En la parte de investigación no me resultó difícil, en mi caso la mayor dificultad fueron las ganas en hacer trabajos"*.
- ✓ Estudiante 4: *"No podía encontrar bien las herramientas que tenía que usar y no sé cómo exportarlos"*.

Tabla 2. Biomolécula investigada y modelizada por cada estudiante.

Estudiante	Biomolécula investigada y modelizada	
Estudiante 1	Fructosa	
		$ \begin{array}{c} \text{HOCH}_2 \quad \text{O} \quad \text{CH}_2\text{OH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \quad \text{HO} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{H} \\ \alpha\text{-D-fructofuranosa} \end{array} $
	Ácido Oleico	
Estudiante 2		
	Glicina	
Estudiante 3		$ \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \\ \text{Glicina (gli)} \end{array} $
	Ácido Láurico	
Estudiante 4		
	No realizó la entrega de esta actividad	
Estudiante 4	Ácido palmítico	
		

Al preguntarles acerca de qué ventajas pudieron encontrar al analizar una molécula modelizada en 3D los/as estudiantes expusieron los siguientes comentarios:

- ✓ Estudiante 1: "Es distinto a como lo escribimos en la hoja, a mi criterio cambia la forma, podemos manipular la molécula. Gracias al diseño 3D podemos crear la molécula con un diseño tridimensional que podemos verificar en distintos puntos de cada ángulo de la molécula. De esta forma podemos ver la molécula de distintas perspectivas, esto me parece importante a la hora de reconocerlas".
- ✓ Estudiante 2: "Se puede ver su forma tridimensional claramente, cuánto lugar ocupa en el espacio, también se puede aumentar o disminuir su tamaño, mover y girar la molécula, y también nos

permite diferenciar entre 2 moléculas que parecen iguales pero que no lo son. La importancia que tiene es que se puede asimilar con claridad el efecto tridimensional de la molécula”.

- ✓ Estudiante 3: “Lo que más destaco de la experiencia de ver una molécula en 3D fue que por primera vez vi una molécula de forma distinta a la que veníamos viendo. Se ve con claridad que enlace va con cada átomo y viceversa”.
- ✓ Estudiante 4: “Se puede ver su forma tridimensional y apreciar todos sus enlaces, cómo va conectado cada enlace a su átomo y cómo son las longitudes de los enlaces. Se puede ver la molécula en todos los planos”.

Por último, se les pidió que evaluaran la actividad realizada con un puntaje entre 1 y 10, considerando 1 malo y 10 excelente.

Como se muestra en la figura 2, dos estudiantes calificaron a la actividad con un 8 (ocho) y dos con 9 (nueve).



Figura 2. Puntaje asignado por los/as estudiantes a la actividad de evaluación realizada.

CONCLUSIÓN E IMPLICACIONES

En líneas generales podemos concluir que las actividades de investigación, el diseño en 3D y el análisis de las biomoléculas involucradas en esta propuesta de evaluación permitió a los/as estudiantes conjugar saberes científicos, tecnológicos, ingenieriles, artísticos y matemáticos. El enfoque STEAM abordado para la evaluación, permitió a los y las estudiantes relacionar de manera activa los contenidos disciplinares, promoviendo la complejización de sus habilidades cognitivas.

Adherimos a la idea de los autores: López Simó, Couso Lagarón y Simarro Rodríguez (2020) que, en su artículo referido a la educación STEM en y para el mundo digital, discuten los puntos de encuentro entre sí y exponen “cómo una adecuada simbiosis entre ambas puede servir tanto para mejorar las competencias científicas, matemáticas y tecnológicas de los estudiantes como para mejorar sus competencias digitales necesarias para el desarrollo personal y profesional en la era digital” (p.1).

A través de la propuesta planteada, los y las estudiantes fueron capaces de desarrollar competencias requeridas en su futuro como Técnicos Químicos tales como: la investigación, el análisis, el trabajo autónomo, la toma de

decisiones, la redacción de un informe, la utilización de un software de modelado molecular, relacionar el espacio en 2D respecto al de 3D y su importancia en la comprensión de ciertas propiedades fisicoquímicas de las biomoléculas orgánicas.

Los resultados de las evaluaciones fueron satisfactorios, teniendo en cuenta que tres de los/as estudiantes evaluados/as pudieron alcanzar la condición de Trayectoria Educativa Avanzada (TEA).

El/la estudiante que continúa con su Trayectoria Educativa en Proceso (TEP) no pudo completar la entrega de todas las actividades en el plazo pautado. Aun así, este estudiante valoró positivamente la experiencia admitiendo que "la mayor dificultad fueron las ganas en hacer trabajos". Respecto a esta situación en particular, hemos podido visualizar que, en nuestra ciudad, en gran parte de las instituciones educativas, la pandemia impactó fuertemente en los y las adolescentes, desmotivándolos hacia el estudio, por lo que gran cantidad de estudiantes siguen en etapa de recuperación.

Al respecto, estudios realizados pospandemia determinaron que el desgano y desmotivación fue un aspecto transversal para los adolescentes y jóvenes durante los períodos de confinamiento (Acosta, 2022).

La valoración positiva expresada en la encuesta de opinión del estudiantado motiva a replicar esta actividad a futuro y no solamente en instancias de evaluación.

El hecho de que las moléculas modelizadas por los y las estudiantes evaluados sean impresas en 3D en la escuela, cuando las condiciones sanitarias lo permitan, se constituye en un beneficio adicional de esta práctica. Los modelos quedarán en la institución como recurso didáctico a utilizar por otros grupos de estudiantes, constituyéndose en un insumo valioso para la enseñanza de los temas que involucran las biomoléculas modelizadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional del Sur el financiamiento del Proyecto de grupo de investigación 24/Q113 en el marco del cual se desarrolló este trabajo y a la EEST N°1 "Crucero ARA Gral. Belgrano" de la ciudad de Bahía Blanca en donde se permitió realizar este espacio de innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, F. (2022). *Diversificación de la estructura de la escuela secundaria y segmentación educativa en América Latina*, Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/106/Rev.1), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Álvarez Méndez, J.M. (2011). Evaluar el aprendizaje en una enseñanza centrada en competencias. En J. Jimeno Sacristán (Comp.) *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* (3 ed, pp. 206-233). Morata.

- Díaz Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias para la comprensión y producción de textos*. México: McGraw Hill.
- Dirección General de Cultura y Educación (octubre 2020). *Documento de evaluación, calificación, acreditación y promoción. Educación Secundaria 2020-2021*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. http://www.vbsueldos.com.ar/wp-content/uploads/2020/10/099-Evaluacion-calificacion-acreditacion-y-promocion-2020-2021_Version19Oct.pdf
- Dirección General de Cultura y Educación (s.f.). *Anexo 3. Diseño Curricular de la Educación Secundaria Modalidad Técnico Profesional*. Provincia de Buenos Aires. http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/eductecnicaprofesional/direcciones/normativas/documentos/resolucion/3828-09_anexo_3.pdf
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la competencia científica. *Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- López Simó, V., Couso Lagarón, D. y Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital: El papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Santillán, J.P., Cadena, V. del C. y Cadena, M. (2019). Educación Steam: Entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 212-227. <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/847/2047>
- Tinkercard (2011). © 2021 Autodesk, Inc. <https://www.tinkercad.com>