

PROPUESTA DE TRABAJO PRÁCTICO SOBRE ESTRUCTURA DEL ADN CON UN ENFOQUE LÚDICO PARA MEDICINA VETERINARIA

Paola Beassoni^{1*} y Lydia Galagovsky²

1. Departamento de Biología Molecular, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

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

***Email: paobeassoni@gmail.com**

Breve texto para difusión

Se presenta una actividad lúdica y motivadora para el aprendizaje de aspectos químicos de la estructura de ADN, dirigida a estudiantes de la asignatura Química Biológica I para la carrera de Medicina Veterinaria.

Palabras clave

ADN; química biológica, complementariedad; antiparalelismo

Introducción y objetivos de la propuesta didáctica

La propuesta se enmarca en la Unidad 8 del programa de la asignatura Química Biológica I (QB I), de la carrera de Medicina Veterinaria que se dicta en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Río Cuarto. Esta asignatura forma parte del ciclo básico del plan de estudios de la carrera junto con Química Biológica II (QB II). En estas dos asignaturas se deben abordar todos los conceptos disciplinares de química que serán la base para las demás asignaturas del plan de estudios. QBI es correlativa con QBII, Biología Celular y Embriología, Fisiología y Genética General. QBI se dicta el primer cuatrimestre de primer año. Se trata de una asignatura masiva, organizada en 8 comisiones de actividades teórico-prácticas, con aproximadamente 45-55 alumnos y una carga horaria de 5 hs semanales de carácter obligatorio. Adicionalmente se dicta un teórico masivo no obligatorio de 2 hs semanales.

El dictado de teóricos masivos, hace que el modelo comunicativo en estas clases sea predominantemente transmisivo, frente a estudiantes pasivos.

En las clases teórico-prácticas en cambio, se plantea un ambiente de trabajo colaborativo donde los alumnos se agrupan por afinidad para la resolución de una guía de problemas. Si bien los docentes actúan promoviendo la construcción del conocimiento, los alumnos tienden a reproducir en sus apuntes el contenido del libro de apoyo.

El estudio de la química resulta complejo a los estudiantes: ellos se muestran inquietos, refieren que encuentran tedioso el estudio de la signatura, se vuelven fácilmente desmotivados. Proviene de muy diversas regiones del país, deben adaptarse a compañeros nuevos y generar nuevas relaciones e incluso, adaptarse a vivir en una nueva ciudad. QBI puede ser la primera química que se les presenta en su vida, lo cual les resulta abrumador.

La presente experiencia didáctica se realizó el primer cuatrimestre de 2015, en una comisión de trabajos prácticos y representa una muestra sencilla de cómo se puede generar motivación y comprensión en los estudiantes noveles.

Los objetivos generales de la propuesta de enseñanza fueron:

- a) Impulsar el trabajo colaborativo y el intercambio entre pares.
- b) Promover la interacción social, para lograr una postura activa frente al conocimiento.

Las expectativas sobre el aprendizaje de los estudiantes fueron:

- a) Que conozcan las moléculas que constituyen el ADN y cómo están organizadas químicamente.

- b) Que identifiquen las uniones químicas presentes en el ADN, integrando los conceptos abordados en la unidad de química orgánica.
- c) Que comprendan los conceptos de complementariedad y antiparalelismo de las dos cadenas de una molécula de ADN.

Descripción de la propuesta educativa

Para motivar a los estudiantes les propusimos un enfoque lúdico para comprender la composición química del ADN y su estructura. La propuesta consistió en un juego del tipo "rompecabezas" en el que debían armar una doble hebra de ADN de 4 nucleótidos, con una secuencia dada para cada grupo. La propuesta se trabajó en grupos de 5-6 alumnos. Para ello el docente entregó a cada equipo un juego compuesto por un exceso de "piezas químicas" fabricadas con estructuras de los diferentes componentes de los ácidos nucleicos (bases nitrogenadas diversas, ribosas, desoxirribosas, fosfatos) impresas y pegadas sobre goma eva. Se les entregó, además, papel afiche, cinta adhesiva y tijera. Los alumnos deberían generar un plan de acción que incluía: i) búsqueda de información (libros, internet, apuntes tomados en clase teórica); ii) intentos diversos para tratar de unir las piezas químicas; iii) estrategias para lograr las "uniones químicas" entre las estructuras; iv) armado final de la molécula y presentación al resto de los compañeros.

La expectativa fue que durante el proceso de ensamblaje los estudiantes pudieran enfrentarse a dificultades y superar errores.

A cada grupo se le solicitó que al finalizar su armado respondiera por escrito un cuestionario para discutir en la puesta en común final:

- a) Indicar cuántas uniones fosfoéster y fosfodiéster tiene este fragmento
- b) Indicar qué se obtiene por hidrólisis completa de este fragmento de ADN
- c) Indicar cuántas uniones B-N glucosídicas tiene este fragmento de ADN
- d) Explicar en qué consiste el hecho de que Adenina "se aparee" con Timina y Guanina con Citocina
- e) Explicar por qué las cadenas deben ser antiparalelas

El tiempo total de la propuesta fue de hora y media.

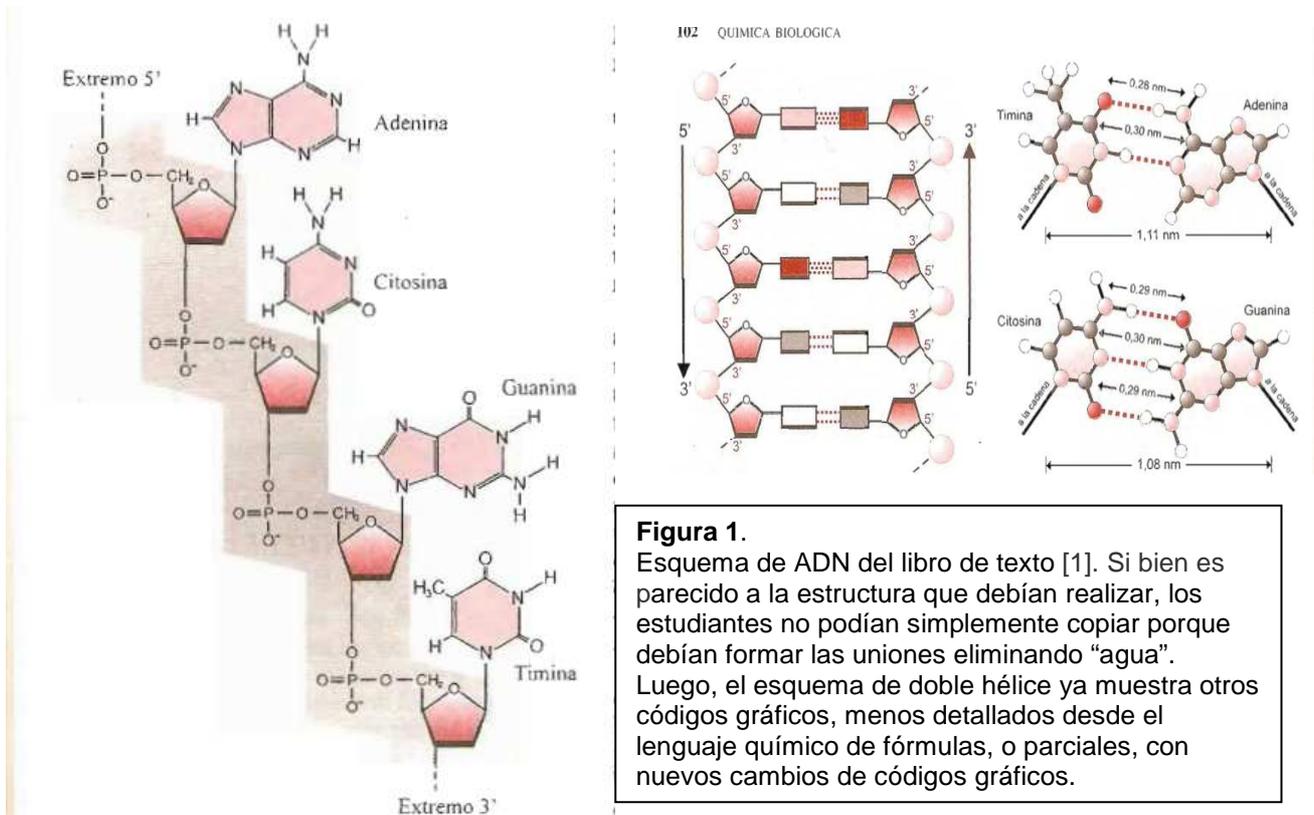
Resultados de la propuesta educativa

Los estudiantes ya habían tenido el teórico correspondiente; tenían a su disposición las presentaciones de Powerpoint en la plataforma de la asignatura; se había resuelto en la clase previa la guía que abordaba estructura de ARN y de ADN; contaban también con el libro de uso habitual: "Química biológica" de Antonio Blanco [1] que usaron para consultar durante el desarrollo de la actividad.

Es interesante señalar que en el texto aparecen las estructuras químicas de las bases nitrogenadas y de los nucleótidos, pero luego, para mostrar estructuras ensambladas se hace uso de códigos simplificados para representar las moléculas químicas; es decir, se usan gráficos esquemáticos, sin fórmulas. Los estudiantes, por lo tanto, no podían copiar del libro porque debían producir una nueva representación de la molécula de ADN, usando todos los componentes con sus respectivas fórmulas químicas. La Figura 1 muestra los esquemas del libro [1]. Los estudiantes usaron el libro para reconocer las moléculas y para dilucidar dónde se establecen los puentes hidrógenos, pero se enfrentaron a conflictos cognitivos que debieron resolver. [2]

La propuesta fue muy bien recibida por parte de los alumnos, se entusiasmaron y en seguida se apropiaron de la situación problemática y se pusieron a trabajar. Naturalmente surgieron roles entre los miembros del grupo y estrategias para afrontar la tarea. Como plan de acción, un grupo comenzó a hacer un intento en el piso para luego hacerlo en el afiche de manera definitiva. Otro

grupo clasificó las piezas y seleccionó las necesarias. Un tercer grupo en cambio, adaptó las piezas a lo que necesitaba (por ejemplo, tomaron ribosas y las transformaron en desoxiribosa borrando el átomo de oxígeno del Carbono 2).



La tarea no les resultó sencilla. Debieron superar errores tales como: unir purina con purina o pirimidina con pirimidina; no enlazar las moléculas mediante esterificaciones o glicosidaciones; no hacer cadenas antiparalelas; usar ribosa o uracilo en lugar de desoxiribosa y timina, respectivamente; enfrenten incorrectamente las bases y, por lo tanto, no poder formar los dos o tres puentes hidrógeno entre AT y GC, respectivamente.

Las dudas principales se generaron en torno a los conceptos de antiparalelismo y complementariedad; es decir, a cómo acomodar las piezas para que no se superpusieran ni quedaran alejadas. Otra inquietud fue referida a la formación de los puentes hidrógenos: la figura esquemática del ADN del libro no muestra qué bases son las que intervienen formando puente hidrógeno, y la figura que explicita las distancias entre átomos utiliza esferas de colores para los mismos por lo que requerían ser interpretadas por los estudiantes (esto resultó más complicado para aquellos estudiantes que tenían una fotocopia blanco y negro de esas páginas del libro). Como consecuencia debieron razonar qué grupos de sus nucleótidos dibujados con letras eran los que podían formar puentes de hidrógeno. Es decir, tuvieron que efectuar traducciones entre diferentes lenguajes gráficos e interpretarlos desde el lenguaje de fórmulas químicas [3,].

Las piezas del juego estaban impresas como para organizar una de las cadenas del ADN; por lo tanto, para formar la cadena complementaria estas estructuras debían estar dibujadas como una “imagen especular en el plano”. Lo interesante fue que ellos mismos se dieron cuenta de esto y lo fueron resolviendo uniendo con líneas de puntos los grupos que debían quedar enfrentados realmente.

Para establecer las uniones ester o glicosídicas borraron (con líquido blanco) o cortaron o tacharon las moléculas de agua que debían ser eliminadas.

Luego de completar la actividad, se recomendó a los estudiantes visitar recursos animados disponibles en la web para resignificar y reforzar los conceptos involucrados en el juego [4].

Conclusiones

Tradicionalmente en las clases obligatorias de resolución de problemas la administración del tiempo depende de los alumnos. En general se les solicita que resuelvan las guías en sus casas, haciendo las búsquedas necesarias de información en el libro, de tal forma de que las clases estén centradas en discutir los temas o problemas más complejos; sin embargo, no es habitual lograr el compromiso de los estudiantes.

La tarea fue emprendida por los estudiantes con responsabilidad y auto-gestión; les significó una rica discusión grupal, la consulta del libro de texto y de la guía de problemas, tomar conciencia de los fundamentos químicos de la construcción de la molécula de ADN, reforzando conceptos de química orgánica abordados en guías anteriores.

La propuesta superó ampliamente las expectativas de las docentes; todos los grupos llegaron a resultados correctos y contestaron apropiadamente las preguntas formuladas; y, lo más importante, es que se divirtieron mucho en el proceso.

Si bien este tipo de actividades puede parecer *naïf* ante los conocimientos expertos de los docentes universitarios, resulta evidente que las primeras materias de la universidad deben responder creativamente al hecho de que los estudiantes provengan de escuelas secundarias cuyo objetivo fundamental es la preparación de ciudadanos, y no una especialización propedéutica que incluya las competencias necesarias para comprender química [5,6].

Referencias bibliográficas:

- [1] G. Blanco y A. Blanco. *Química Biológica*. 9na edición. Editorial Ateneo. 2011.
- [2] L. Galagovsky. *Hacia un nuevo rol docente*. Editorial Troquel, Buenos Aires. 1993.
- [3] L. Galagovsky, D. Bekerman y M. A. Di Giacomo. *Enseñanza de la química: lenguajes expertos como obstáculos de aprendizaje*. En Merino C, Arellano, M y Adúriz Bravo, A *Avances en Didáctica de la Química: Modelos y lenguajes*. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
<http://www.ccpems.exactas.uba.ar/biblio/Modelos%20y%20Lenguajes.pdf>
- [4]<http://laguna.fmedic.unam.mx/~3dmolvis/nucleotido/index.html>;
<http://biomodel.uah.es/model1j/dna/contents.htm> (punto 1);
<http://biomodel.uah.es/model3j/> (punto 5);
<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena6/ventanas/construiradn.htm>;
<http://learn.genetics.utah.edu/content/molecules/builddna/>
- [5] L. Galagovsky., 4(1), 2005. <http://quimicaviva.qb.fcen.uba.ar>
- [6] S. Martinez Riachi. *Revista Química Viva*. 2007 (suplemento). <http://quimicaviva.qb.fcen.uba.ar>