

Modelización, mediante la Programación, en el aprendizaje de la Ingeniería Genética

Una experiencia con Scratch en la escuela secundaria

Gimena Betina Fussero¹, Maricel Occelli² y Marcela Cristina Chiarani³

¹⁻²Departamento de Enseñanza. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sarsfield 299. Córdoba Capital. Argentina.

³Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950. San Luis. Argentina.

¹gimefussero@gmail.com, ²mariceloccelli@gmail.com, ³mcchiarani@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se propone y analiza una experiencia para acercar a los estudiantes a conceptos referentes a la Ingeniería Genética, específicamente a la construcción de una molécula de ADNr (ADN recombinante) y sus posibles aplicaciones. Para este propósito se utilizó el software Scratch ya que es una herramienta con múltiples potencialidades para el aprendizaje. De las actividades participaron 35 alumnos, de 16 y 17 años, de una institución de educación secundaria de la ciudad de Córdoba Capital. Los principales resultados indican que, a partir de las actividades desarrolladas, los estudiantes manifiestan un acercamiento a "la construcción de una molécula de ADNr" y a sus posibles aplicaciones. En función de ello, se destaca el papel central de la modelización como una herramienta para promover aprendizajes de conceptos abstractos que exigen habilidades cognitivas de orden superior.

Palabras clave: Ingeniería Genética, Programación, Scratch, Modelización, Escuela secundaria.

Introducción

Dentro de la Biología, la Genética ocupa un lugar central, no sólo porque es parte de su núcleo conceptual sino también por los avances que se suscitan en los últimos años en dicho campo. La Ingeniería Genética se destaca dentro de esta área por sus aplicaciones en diferentes desarrollos de alto impacto científico y tecnológico. Por lo tanto, su comprensión resulta fundamental para participar en los debates actuales. En consecuencia, en los últimos años la Ingeniería Genética se ha incorporado al currículo de Biología en la escuela secundaria a través de las reformas curriculares (Occelli, 2013). Sin embargo, de diferentes investigaciones, se desprende que los estudiantes no comprenden los conceptos involucrados en esta disciplina. Dicha situación, puede deberse a que refieren a conceptos con un alto grado de abstracción y cuyo proceso de aprendizaje implica la construcción por parte de los alumnos de representaciones complejas (Diez de Trancredi y Caballero, 2004).

En la Enseñanza de las Ciencias, los modelos juegan un rol central en la comprensión de conceptos ya que actúan como un puente entre los conocimientos científicos y el mundo

real permitiendo construir un pensamiento teórico de determinados fenómenos naturales (Felipe, Gallarreta y Merino, 2005). Entonces, estructurar la ciencia escolar alrededor de la modelización permite recrear un saber de manera que los alumnos comprendan el funcionamiento del mundo natural (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009).

En este sentido, una actividad que promueve el desarrollo del pensamiento superior a través de representaciones es la programación porque posiciona a los estudiantes frente a situaciones problemáticas cuya resolución requiere de procesos cognitivos complejos (Vázquez-Cano y Ferrer Delgado, 2015). Al mismo tiempo, la capacidad de programar amplía el rango de lo que se puede crear y de lo que se puede aprender ya que implica la creación de representaciones externas en procesos de resolución de problemas y proporciona oportunidades para reflexionar sobre el propio pensamiento (Resnik *et al.*, 2009). Siguiendo esta línea, uno de los lenguajes de programación más reconocidos es Scratch. Este lenguaje se desarrolló en el *Lifelong Kindergarten del Media Laboratory* del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) de la Universidad de California en Los Ángeles. Es un entorno que presenta múltiples ventajas. Por un lado es amigable lo que permite la creación de historias interactivas, juegos, secuencias animadas con el agregado de que dichas creaciones son compartidas con otros usuarios en la web (Vázquez-Cano y Ferrer Delgado, 2015). Por el otro, es de acceso gratuito y se puede utilizar tanto *online* como *offline*.

Entonces, dado que la programación es una herramienta que permite la modelización y que el aprendizaje de la Ingeniería Genética requiere de la creación de modelos por parte de los alumnos, se presenta una experiencia didáctica que involucró ambos campos y su posterior análisis. En la misma se utilizó Scratch como una herramienta para que estudiantes desarrollen conceptos de Ingeniería Genética, más precisamente la construcción de moléculas de ADNr (ADN recombinante) y sus posibles aplicaciones.

Desarrollo

a. Descripción de la experiencia

La experiencia tuvo lugar en una escuela secundaria de gestión privada de la ciudad de Córdoba Capital. En la misma participaron treinta y cinco alumnos pertenecientes a quinto año de la especialidad Ciencias Naturales la cual tiene prescripto Ingeniería Genética como contenido curricular en una de sus asignaturas.

Las actividades fueron desarrolladas a lo largo de dos semanas consecutivas en clases, de uno y dos módulos, de Biología. El docente estuvo presente en todas las instancias.

Se les presentó a los alumnos al comienzo una situación problemática hipotética que debían resolver utilizando contenidos de Ingeniería Genética y representar dicha solución utilizando Scratch. Todas estas instancias se llevaron a cabo en grupos de dos integrantes.

b. Evaluación

Para evaluar la innovación se realizaron pre y post test con preguntas del tipo abiertas y otras del tipo cerradas en las cuales los alumnos podían optar por una o más categorías. Las preguntas se centraron en aspectos conceptuales y metacognitivos. Ambos cuestionarios fueron resueltos de manera individual.

A su vez, también se utilizaron los proyectos de Scratch realizados por los alumnos como insumo para valorar la innovación.

c. Resultados

Inicialmente, cuando se les indicó a los alumnos que mencionen palabras relacionadas a la Ingeniería Genética, el 19% hizo referencia al concepto de "Gen" mientras que un 16% lo hizo con el concepto de "ADN". Por otro lado, el 11% señaló a "Técnicas y protocolos de laboratorio". Representados por el mismo porcentaje (9%), los estudiantes hicieron mención a "Transgénicos" y a "Manipulación del ADN" (figura 1). Estos resultados evidencian que los alumnos tienen una idea de algunos de los conceptos involucrados en la Ingeniería Genética. Asimismo cuando se les pidió que seleccionaran conceptos relacionados con la Ingeniería Genética, un 48% optó por ADN, un 20% por Clonación, un 14% lo hizo con Microorganismo, Bienes y servicios fue elegido por el 11% y finalmente un 7% seleccionó Ética.

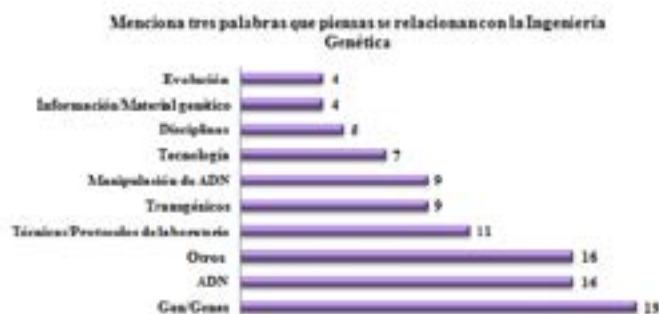


Figura 1: Conceptos que los alumnos mencionan al consultarles sobre Ingeniería Genética.

Por otro lado, cuando se les solicitó que indicaran los campos de aplicación de la Ingeniería Genética (figura 2), el 33% se inclinó por la Medicina, con iguales porcentajes (25%) le siguen la Alimentación y la Agricultura, finaliza este recuento la Biorremediación con el 17%. Estos resultados destacan que los estudiantes reconocen a la Medicina como un posible campo de acción de la Ingeniería Genética.

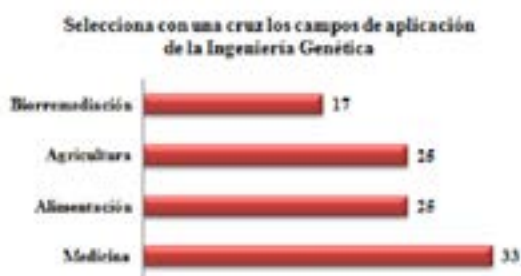


Figura 2: Campos de aplicación de la Ingeniería Genética que reconocen los alumnos.

Sin embargo, cuando se les solicitó que elaboraran una respuesta a una situación problemática que involucraba una enfermedad genética que afectaba la producción de una hormona, el 58% de los alumnos indicaron que lo resolverían realizando un "tratamiento hormonal" mientras que sólo el 27% hizo mención a una "modificación genética" (figura 3). Estos resultados nos muestran que si bien los estudiantes reconocen que la Ingeniería Genética tiene aplicaciones en la Medicina, a la hora de tenerlo en cuenta para resolver la situación primó el tratamiento médico convencional.



Figura 3: Soluciones propuestas por los los alumnos para resolver la situación problema (enfermedad producida por una mutación puntual que provoca una falta de función hormonal).

Cuando se les consultó a los alumnos lo que habían aprendido a lo largo de la experiencia se observa que el 46% manifestó haber aprendido sobre "Ingeniería Genética o Ingeniería Genética y sus aplicaciones" mientras que el 44% indica que aprendió sobre "Scratch". El porcentaje restante (10%) hizo referencia a otras cuestiones que no encuadran en las dos categorías anteriores (figura 4). Estos resultados indican que casi la mitad de los alumnos aprendieron sobre Ingeniería Genética, lo cual era el propósito de esta experiencia. Y si bien no era el propósito de la misma, casi otra mitad aprendió el uso de una nueva herramienta como lo es Scratch.

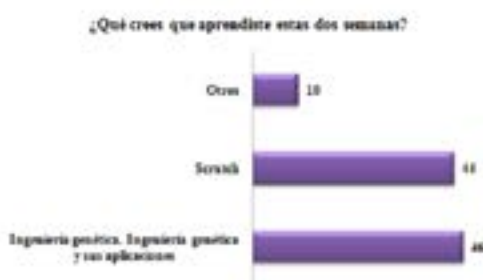


Figura 4: Conceptos que los alumnos manifiestan haber aprendido durante el desarrollo de la experiencia.

Con respecto a en qué momento de las clases los alumnos consideran haber aprendido, con porcentajes similares (28% y 26%) aluden que lo hicieron cuando "observaron videos de Ingeniería Genética" y cuando "utilizaron Scratch para plantear la solución a la situación problemática", respectivamente. Esto podría indicar que la programación fue considerada por los estudiantes como una herramienta útil a la hora de representar explicaciones. Un 20% manifestó que lo hizo cuando "planteó la solución a dicha situación problemática" mientras que un 15% indicó que fue cuando "tomaron contacto con Scratch". Finalmente, un 11% de los alumnos optaron por la opción "observar videos de Scratch" (figura 5).

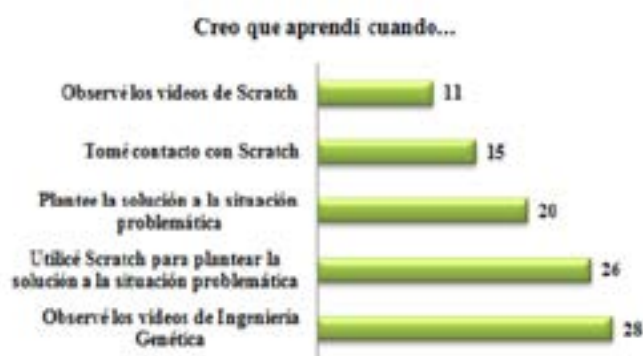


Figura 5: Momentos de la experiencia en que los estudiantes manifiestan haber aprendido.

Cuando los alumnos debían explicar brevemente cómo se construye una molécula de ADN_r, un 31% mencionó "conceptos" (fragmentos de ADN, ligasa, plásmidos, clonación) sin establecer, necesariamente, todas las relaciones entre los mismos. Un 14% respondió realizando un "esquema" pero sin colocar referencias. Pudieron explicar de manera "completa" cómo se construye una molécula de ADN_r el 11% de los alumnos mientras que un 9% hizo alusión a la "estructura y/o replicación del ADN". No respondieron a este ítem el 29% mientras que un 6% hizo referencia a otras cuestiones no incluidas en las categorías mencionadas (figura 6). Estos resultados muestran que más del 40% de los estudiantes, luego de desarrollar las actividades, tienen nociones básicas referidas a Ingeniería Genética.



Figura 6: Tipos de explicaciones que presentaron los alumnos respecto a cómo se construye una molécula de ADN_r.

Los resultados anteriores también deben analizarse teniendo en cuenta las respuestas de los alumnos cuando se les consultó si les hubiese gustado contar con más tiempo en algunas de las actividades. "Plantear la solución a la situación problemática" y "usar Scratch para plantear dicha solución" fueron elegidas por los alumnos en porcentajes iguales (23%). Por otro lado, la "observación de videos", tanto de Ingeniería Genética como de Scratch, suman un total de 31% quedando con un 18% la opción de "tomar contacto con Scratch" (figura 7). Esto podría indicar que los alumnos aprendieron sobre Ingeniería Genética pero que hubiesen requerido más tiempo para diseñar y representar los conceptos adquiridos en una situación problemática concreta.

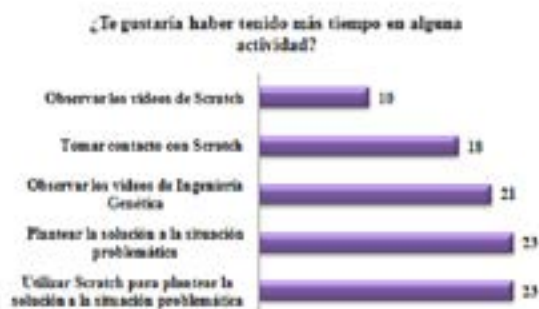


Figura 7: Actividades en las cuáles los alumnos hubiesen querido tener más tiempo.

Otros resultados interesantes de mostrar lo constituye la percepción que tenían los alumnos, antes y después de realizar las actividades, respecto a la programación. Al comienzo de las actividades, cuando se les indicó que seleccionaran del 1 al 10 (1 poco, 10 mucho) el grado de dificultad que presentaba la programación, el 74% seleccionó valores de 7 para arriba, siendo el promedio general 7,20. Al finalizar las actividades dicho porcentaje bajo al 51% siendo 5,76 el promedio general. Esto indica que se puede utilizar Scratch como software introductorio a la programación ya que además acerca a los alumnos al pensamiento computacional lo cual promueve la creatividad y permite oportunidades de aprendizaje auténtico (Vázquez-Cano y Ferrer Delgado, 2015).

Muestra de lo anterior podrían ser los proyectos finales que los alumnos realizaron en Scratch (figura 8). En los mismos se observa que lograron plasmar la solución a la situación que se les propuso inicialmente, construyendo una molécula de ADN y representándola mediante Scratch.

Otra cuestión a considerar fue qué, si bien pocos de los proyectos realizados por los alumnos llegaron a ser una animación o simulación, lo mismo tiene que ver con lo que expresaron los mismos respecto al tiempo. Con un porcentaje total del 46%, los alumnos manifestaron que hubiesen querido más tiempo para "plantear la solución y representarla en Scratch" lo que podría indicar que las producciones finales fueron una cuestión de tiempo y no que los alumnos no entendieron cómo utilizar la herramienta.

La suma de estos resultados muestra que Scratch es una herramienta a considerar para que los alumnos puedan modelizar en su proceso de aprendizaje de, por ejemplo, Ingeniería Genética.



Figura 8: Captura de pantalla de uno de los proyectos realizados por los alumnos en Scratch.

Conclusiones

Luego de analizar la experiencia planteada se destaca que ofreció a los estudiantes una manera de acercarse a conceptos de Ingeniería Genética, más precisamente, a la construcción de una molécula de ADN y sus posibles aplicaciones. Esto se pudo lograr mediante la utilización de modelos por parte de los alumnos que les permitieron demostrar el constante y dinámico interjuego entre los conceptos científicos y sus ideas (Felipe Gallareta y Merino, 2005). Dicha modelización la pudieron conseguir utilizando las potencialidades que ofrece Scratch a la hora del diseño y ejecución de actividades que requieran de la construcción de modelos como lo fue en este caso.

Además, a lo largo del desarrollo de las actividades, los alumnos pudieron trabajar de manera colaborativa entre ellos para finalmente compartir sus producciones (proyectos) y así reflexionar sobre su propio pensamiento (Resnik et al., 2009) lo que promueve procesos de metareflexión individual y colectiva.

Por último, teniendo en cuenta el grado de abstracción que requiere la construcción de conceptos de Ingeniería Genética y que dicha construcción necesita de la elaboración de representaciones complejas por parte de los alumnos, se considera que este tipo de experiencias contribuyen a que puedan lograrlo. No sólo porque se utilizan diversos recursos, sino también porque problematiza a los estudiantes y les permite acercarse al conocimiento científico.

Referencias Bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Número especial*, 40-49.
- Diez Tancredi, D. y Caballero, C. (2004). Representaciones externas de los conceptos biológicos de gen y cromosoma. Su aprendizaje significativo. *Revista de Investigación*, 56: 91-121.
- Felipe, A.; Gallareta, S. y Merino, G. (2005). La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(3).
- Ocelli, M. (2013). Enseñar biotecnología en la escuela: aportes y reflexiones didácticas. *Revista Boletín Biológica*, 27(1): 9-11.
- Resnick, M.; Maloney, J.; Monroy-Hernandez, A.; Rusk, N.; Eastmond, E.; Brennan, K.; Millner, A.; Rosenbaum, E.; Silver, J.; Silverman, B., y Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11): 60-67.
- Vázquez-Cano, E. y Ferrer Delgado, D. (2015). La creación de videojuegos con Scratch en educación secundaria. *Communication papers – Media literacy & Gender Studies*, 4(6): 63-73.