



APRENDER GENÉTICA EN SECUNDARIA PUEDE SER UN JUEGO

La gincana como herramienta de aprendizaje

Learning Genetics in High School can be a Game: Gymkhana as a Learning Tool

ANNA BORRULL RIERA, CRISTINA VALLS BAUTISTA

Universitat Rovira y Virgili, España

KEY WORDS

*Genetics
Game
Gymkhana
Motivation
Secondary school*

ABSTRACT

Some studies have verified that the use of innovative methodologies increase motivation and interest to science. Promoting the cooperative and competitive learning to achieve a significant knowledge, and to motivate students. The activity presented has as a main objective to consolidate contents from genetic by means as a gymkhana. The contents treated are the replication process, the transcription process, the translation process and in general the hold flux of genetic information. This activity has been carried on with secondary school students and we observe a good acceptance and implication from teachers and students.

PALABRAS CLAVE

*Genética
Juego
Gincana
Motivación
Educación secundaria*

RESUMEN

Algunos estudios han verificado que el uso de metodologías innovadoras mejora la motivación e interés hacia la ciencia. Promoviendo el aprendizaje cooperativo y competitivo se consigue un aprendizaje significativo y motivar a los alumnos. La actividad que se presenta tiene como objetivo principal consolidar los contenidos sobre genética mediante la realización de una gincana. Los contenidos a tratar son el proceso de replicación, el de transcripción, el de traducción y en general todo el flujo de la información genética. Esta actividad ha sido puesta en práctica con estudiantes de secundaria, y presentando gran aceptación por parte de docentes y alumnos.

Recibido: 09/06/2020

Aceptado: 14/08/2020

Introducción

Actualmente, nos encontramos en la era de la información y el conocimiento de modo que los avances científicos y tecnológicos están transformando constantemente nuestra sociedad. Esto conduce a la educación a desarrollar propuestas de alfabetización científica y tecnológica para que todos los estudiantes reciban una formación integral que les capacite como ciudadanos del siglo XXI y les permita poder opinar y tomar decisiones sobre ciencia y tecnología (Prieto 2012).

Los niños son curiosos por naturaleza, sin embargo, se ha constatado que a la mayoría de ellos cuando llegan a la educación secundaria les aburre aprender, especialmente se observa en las asignaturas del ámbito científico. Los estudiantes indican como principales causas de su actitud desfavorable y de su desinterés hacia el aprendizaje de la ciencia: i) que la enseñanza de las ciencias se lleva a cabo de manera descontextualizada de su entorno, ii) la utilización de metodologías pasivas y iii) la realización de pocas prácticas de laboratorio (Álvarez y Valls 2019; Akram, Ijaz y Ikram 2017; Furió 2005).

Tal y cómo están planteadas muchas de las asignaturas del ámbito científico en la actualidad, se concluye que la Física, la Química, la Biología y la Geología son aburridas para el alumnado, difíciles y excesivamente teóricas (Solves 2011).

El desinterés hacia la ciencia preocupa a muchos docentes y, además, se ha visto que es mayor en alumnos de cursos superiores (George 2006; Valenti et al. 2016) siendo ya notable en 3º y 4º de la ESO (Solbes, Montserrat y Más 2007; Salta y Tzougraki 2004). Sin duda, la escasa motivación del alumnado es un problema que, a veces, se atribuye solo al estudiante (Vázquez 2010).

La falta de motivación responde a que la enseñanza está alejada de la realidad de los alumnos, hay colegios motivadores porque los niños eligen proyectos que les entusiasman y aprenden lo que les interesa (Martínez y Estevan 2005). De hecho, los contenidos ahora pierden importancia para centrarse en aspectos intelectuales como la comunicación, la innovación y la creatividad (Feito 2008). Es evidente que no todos los alumnos mostrarán el mismo interés frente a los temas tratados en clase. Sin embargo,

el temario es inamovible, debido al currículum fijo que se nos impone y los profesores no tienen demasiado margen de actuación en ese sentido.

Para solventar esta situación, en los últimos años han surgido muchas metodologías innovadoras, alternativas a la clase tradicional, que sí pueden ser elegidas por el profesorado, con el fin de motivar a los alumnos y potenciar un aprendizaje significativo. Algunos estudios han verificado que el uso de estas metodologías de enseñanza mejora considerablemente la motivación e interés hacia la ciencia (Álvarez y Valls 2019; Coca 2015; Freeman et al. 2014; Lunenburg 2011; Olakanmi 2017; Zapata 2016).

Las nuevas tendencias en educación promueven el aprendizaje cooperativo y competitivo para conseguir un aprendizaje significativo, motivar a los alumnos y promover valores como el respeto o capacidades como el liderazgo. Se ha comprobado que con estas metodologías se consigue mejorar el grado de satisfacción y el rendimiento académico (De Miguel 2009; Wolfensberger y Canella 2015).

En el presente artículo optamos por utilizar una metodología basada en la forma más natural de aprender, a través del juego. En educación primaria y sobretodo en educación infantil es más extendido el uso de esta metodología de aprendizaje. De forma natural, los niños y niñas aprenden a través del juego, en secundaria, sin embargo, esta metodología queda apartada. Aun así, vemos autores como Forés (2005) que defienden este tipo de actividades para cualquier edad: "El componente lúdico se puede integrar en el aula en cualquier etapa y en cualquier materia lo importante es que haya objetivos de aprendizaje bien definidos". El juego utilizado en el aula con unos objetivos de aprendizaje claramente definidos aporta muchas ventajas: aumenta la participación de los alumnos, permite que el alumno sea el protagonista de su aprendizaje, genera una retroalimentación en tiempo real, al mismo tiempo que el profesor también recibe retroalimentación por parte de los alumnos, el juego favorece la sociabilización, desarrolla la creatividad y lo más importante; aprender jugando es divertido (Marrón 2017).

Si el juego incluye actividad física obtendremos beneficios adicionales, además de los que acabamos de comentar, propios del juego. Recientemente, se

ha determinado que la realización de la actividad física genera una serie de neurotransmisores como la dopamina, la serotonina y la noradrenalina (Hillman 2014; Kamijo 2011; Kubesch 2009). Dichos neurotransmisores mejoran la motivación, el interés y el estado de alerta que son factores que influyen en gran medida en el aprendizaje (Forés, 2005). Son muchos los trabajos que encuentran una relación positiva entre la realización de actividad física y los resultados en el rendimiento cognitivo, en la memoria o en la atención ejecutiva en las actividades de clase posteriores a dicha actividad física, en comparación con los alumnos que no la realizaron (Hillman 2014; Kamijo 2011; Kubesch 2009).

Esta propuesta didáctica presenta el juego como una forma de motivar a los alumnos de secundaria frente los contenidos de genética.

El objetivo principal de este trabajo es presentar una gincana que incluye un conjunto de actividades lúdicas para afianzar y comprender conceptos de genética en los alumnos de educación secundaria. La actividad tiene como finalidad mejorar su atención, fomentar el trabajo en equipo, conseguir un aprendizaje significativo y disfrutar aprendiendo, transmitiendo a los alumnos conocimientos, habilidades, actitudes y valores. También, crear un clima de confianza entre los alumnos y entre los alumnos y el docente. Añadiendo a todo esto los beneficios aportados por la actividad física.

Propuesta didáctica

Justificación curricular de la propuesta

Las actividades propuestas se pueden ubicar tanto en la asignatura optativa específica de Biología y Geología, que pueden realizar los alumnos en cuarto curso de la ESO o bien en la asignatura Ciencias del mundo contemporáneo que es una materia obligatoria para los alumnos de primero de bachillerato que no escogen la modalidad de ciencias y tecnología.

En educación secundaria se ha constatado una falta de motivación generalizada por parte de los alumnos, especialmente en el ámbito científico. Aunque la asignatura en la que se ubicaría esta actividad es optativa (Biología y Geología de cuarto de ESO), pensamos que es interesante potenciar la motivación de estos alumnos.

En el caso de la asignatura de Ciencias del mundo contemporáneo (primero de bachillerato), esta asignatura se plantea como obligatoria para alumnos que prefieren o destacan más en ámbitos no científicos. En este caso encontraremos posiblemente falta de motivación o al menos cierta disparidad en los niveles de participación y atención, que hará difícil para el docente desarrollar su labor y avanzar en el desarrollo del contenido de la asignatura.

Esta propuesta didáctica pretende ayudar a que los alumnos consoliden los conceptos de genética desarrollados durante la unidad didáctica destinada a tratar temas de genética y además aumentar el interés de los alumnos por la ciencia. Así como que el alumnado desarrolle habilidades imprescindibles en el ámbito científico como son el trabajo en equipo y el pensamiento crítico.

Objetivos de la actividad y objetivos de aprendizaje

El objetivo principal es que los alumnos consoliden los contenidos sobre genética explicados en la exposición de clase a la vez que desarrollan habilidades científicas. Las actividades lúdicas propuestas en formato gincana podrían sustituir a las actividades del libro de texto que se suelen realizar al finalizar la explicación de un contenido teórico. Además, el hecho de trabajar los conceptos de una manera divertida y dinámica puede motivar y crear interés entre los alumnos, especialmente aquellos que nunca realizan las tareas posteriores a la clase. El contenido teórico a trabajar y consolidar a través de la gincana implica los objetivos de aprendizaje detallados en la tabla 1 para cada una de las actividades. La gincana se ha configurado como una serie de pruebas que cada uno de los grupos debe realizar con éxito y con el menor tiempo posible. En cada una de las pruebas los grupos obtienen puntos según si han logrado realizar la prueba con éxito y según el tiempo empleado.

Los objetivos secundarios, que se pretenden alcanzan con esta metodología, son mejorar la atención de los alumnos, fomentar el trabajo en equipo, promover un aprendizaje significativo y, en definitiva, disfrutar aprendiendo de una forma diferente, transmitiendo a los alumnos no

únicamente conocimientos sino también habilidades, actitudes y valores. Con ello se pretende conseguir que los estudiantes, poco a poco, adquieran las competencias necesarias para su incorporación al mundo laboral. Para los alumnos es tan importante aprender cualidades de liderazgo como saber participar dentro de un grupo desarrollando la tarea que se les ha asignado (García, Traver y Candela 2001).

Con estas actividades fomentamos la cohesión del grupo gracias al trabajo cooperativo, ya que cada miembro es necesario y aporta cualidades al grupo para que este pueda conseguir el objetivo final, fomentando así, el respeto a la diversidad. Para realizar las actividades correctamente se deben tener claros los conceptos teóricos y además tener buenas cualidades para las actividades físicas.

Desarrollo de las actividades

Para la primera parte de esta actividad se explicará de forma teórica los contenidos básicos que permitirán a los alumnos realizar las actividades propuestas en la posterior actividad lúdica. Esta

explicación será muy clara y directa y no se extenderá más de unos 15 o 20 minutos, para intentar mantener la atención de los alumnos. Antes de hacer la explicación advertiremos a los alumnos de que debe prestar mucha atención, puesto que entender estos conceptos será clave para que los alumnos realicen con éxito las actividades lúdicas posteriores.

En la segunda parte realizaremos una gincana que constará de las actividades expuestas en la tabla 1. El propósito principal de dichas actividades es recordar los conceptos explicados en la primera parte de la actividad y afianzar los conocimientos aprendidos para obtener un aprendizaje significativo.

A continuación, se detallan las actividades que componen la gincana para consolidar los contenidos sobre genética tratados en la unidad didáctica. Se han incluido los apartados de objetivo del juego y conceptos teóricos para que los docentes incluyan tales informaciones a la presentación inicial ya que son los conceptos que los alumnos deben tener claros para el desarrollo correcto del juego.

Tabla 1.
Actividades propuestas en la gincana y conceptos que se explicarán a través de ellas

Actividad	Conceptos	Juegos	Objetivos de aprendizaje
1	Estructura de los nucleótidos de ADN y ARN	Juego de relevos	Identificar la estructura molecular de los nucleótidos. Diferenciar entre los nucleótidos de ADN y ARN.
2	Replicación	Juego de las sillas	Identificar las bases nitrogenadas que son complementarias entre sí en el ADN. Reproducir el proceso de replicación.
3	Transcripción	Performance	Reconocer las bases nitrogenadas propias de ADN y de ARN. Identificar las bases nitrogenadas que son complementarias entre sí entre ADN-ARN. Reproducir el proceso de transcripción.
4	Traducción	Demostración	Traducir una secuencia de ARN a proteína. Ejemplificar el proceso de la traducción.
5	Expresión de los caracteres	Juego de relevos	Identificar las moléculas implicadas en los procesos del flujo de la expresión génica. Reproducir el flujo de la expresión génica.

Actividad 1:
NUCLEÓTIDOS

Objetivos de aprendizaje:

- Identificar la estructura molecular de los nucleótidos.
- Diferenciar entre los nucleótidos de ADN y de ARN.

Conceptos teóricos relacionados: El ADN y el ARN son polímeros compuestos por unas moléculas más sencillas llamadas nucleótidos. Cada nucleótido está formado por un azúcar, un grupo fosfato y una parte variable llamada base nitrogenada. Las bases nitrogenadas de los nucleótidos de ADN pueden ser adenina (A), timina, (T) citosina (C) y guanina (G). Los nucleótidos de ADN y ARN tienen dos diferencias a nivel molecular. La primera es que el azúcar del nucleótido de ARN es una ribosa, mientras que el del ADN es una desoxirribosa. La desoxirribosa tiene un oxígeno menos en su molécula respecto a la ribosa. Las bases nitrogenadas para los nucleótidos de ADN y ARN son los mismos a excepción de la timina. El ARN no tiene timina y en su lugar tiene uracilo (U). Tanto la timina como el uracilo son bases complementarias de la adenina (Nelson y Cox 2015).

Desarrollo de la actividad: Esta actividad sigue la dinámica típica del juego de relevos. El objetivo de cada equipo será construir la estructura de un nucleótido mediante un rompecabezas (figura 1).

- Organizaremos a los alumnos en grupos de cuatro (si se dispone del material necesario se pueden organizar tantos grupos como sean necesarios para que todos los alumnos realicen la actividad a la vez, sino es así se pueden ir sucediendo los grupos para que todos los alumnos realicen la actividad y seguidamente los ganadores de cada ronda pueden volver a competir para poder desempatar).
- A uno de los grupos le corresponderá la tarea de juntar las piezas de un nucleótido de ADN, mientras que el otro hará lo propio con el de ARN. El grupo de ADN deberá buscar las piezas de la desoxirribosa, la de un grupo fosfato y la de una base nitrogenada (A, T, C o G). El grupo responsable de montar el puzzle del nucleótido de ARN necesitará las piezas de la ribosa, de un grupo fosfato y una base nitrogenada (A, U, C o G). También podemos hacer escogerles

solamente entre T y U, que son las bases que diferencian los nucleótidos de ADN y ARN entre sí.

- Se trazará un recorrido que los participantes deberán realizar para montar su puzzle al final de este. Si se trata de una tarea interdisciplinaria entre ciencias y gimnasia se puede poner obstáculos por el camino y hacerlo tan largo como se quiera para que los alumnos hagan ejercicio físico a la vez que consolidan sus conocimientos científicos.
- En mitad del recorrido se encontrarán una caja muy grande rellena de bolitas pequeñas de plástico o porexpan (puede ser el relleno que se utiliza en las cajas para transportar productos delicados). Entre estas bolitas estarán escondidas las piezas para construir el rompecabezas. Cada participante solo podrá coger una de las piezas por trayecto y deberá acabar el recorrido y depositar al final de este.
- Seguidamente deberá salir corriendo de nuevo, deshaciendo el recorrido para dar una palmada en la mano al siguiente de sus compañeros, y que éste pueda salir a buscar la siguiente pieza.
- El último miembro del grupo será el encargado de juntar las piezas para completar el rompecabezas (figura 2). El primer grupo que complete el rompecabezas y por tanto complete la estructura molecular su nucleótido correctamente ganará.

Figura 1. Esquema de la actividad 1 para reconocer la estructura molecular de los nucleótidos de ADN y ARN.

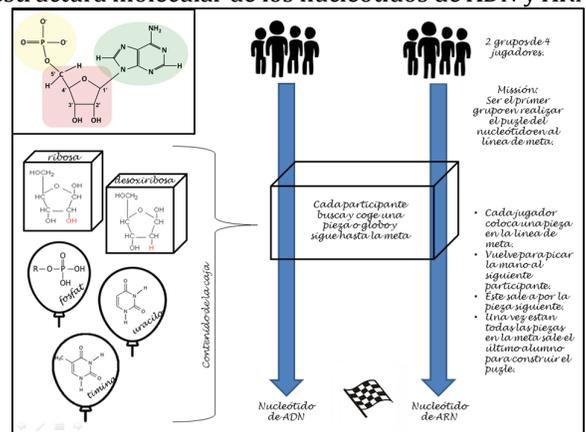
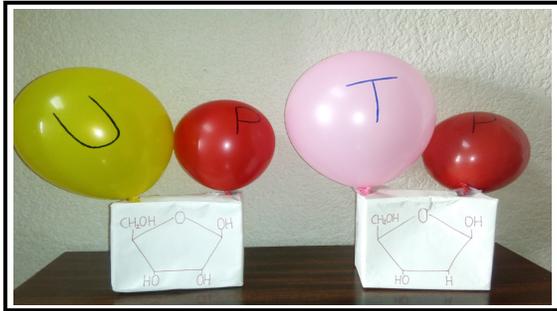


Figura 2. Propuesta de rompecabezas para la representación de los nucleótidos de ADN y ARN.



Actividad 2:

REPLICACIÓN

Objetivos de aprendizaje:

- Identificar las bases nitrogenadas que son complementarias entre sí en el ADN.
- Reproducir el proceso de la replicación del ADN.

Conceptos teóricos relacionados: La replicación es el proceso por el cual el ADN se duplica, se generan copias exactas de su secuencia genética. La secuencia genética se representa con la primera letra (en mayúscula) de la base nitrogenada que contiene. Las bases presentan complementariedad entre ellas de modo que son complementarias la citosina con la guanina, y la adenina con la timina. Los enlaces que forman entre sí las bases complementarias y que las mantienen unidas se llaman puentes de hidrógeno. La C y la G se unen mediante tres puentes de hidrógeno, mientras que A y T están unidas por solo dos. Gracias a estas uniones se forma la doble cadena que gira sobre sí misma para crear la estructura de doble hélice característica del ADN (Nelson y Cox 2015).

Desarrollo de la actividad:

- Cada alumno se coloca en el pecho una de las letras que corresponden a la abreviatura de las bases nitrogenadas del ADN (A, G, C o T).
- Será necesario que el profesor guíe este paso, ya que debe haber el mismo número de C que de G, así como el mismo número de A y de T, para que todos los alumnos puedan quedar emparejados.
- Simulando el popular “juego de las sillas” se trata de poner música y que todos los alumnos empiecen a moverse (caminar o correr) por una zona delimitada.
- Cuando el profesor pare la música los alumnos deberán buscar a uno de sus compañeros que

represente a su base nitrogenada complementaria. Para iniciar este juego debe haber un número impar de alumnos, de forma que uno quede sin pareja. Si la clase tiene un número par de alumnos puede participar el profesor o profesora.

- Cuando un alumno quede sin aparearse con su base complementaria todos sus compañeros saldrán corriendo en dirección contraria a él ya que la persona que queda sola debe correr para “atrapar” a uno de sus compañeros y que éste quedará eliminado con él.
- Se realizará este paso tantas veces como sea necesario para que quede una sola pareja de bases o unas cuantas.

Una vez terminada esta parte de la actividad 2 se puede realizar un segundo juego colocando a todos los alumnos con sus parejas complementarias y simular la doble cadena de ADN. En este caso se trata de realizar simplemente una demostración o una *performance* de la colocación de la doble hebra de ADN.

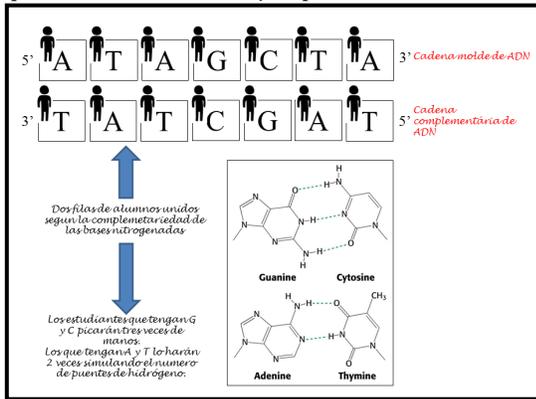
- Los alumnos se colocarán en dos filas paralelas manteniendo la complementariedad de bases, representando la doble cadena.
- Cada alumno deberá picar las manos de su compañero de enfrente tantas veces como puentes de hidrógeno formen las bases nitrogenadas que representan entre ellas. De modo que los alumnos que representen a la pareja C y G picarán tres veces, mientras que los que representen la pareja A y T picarán solo dos.

Esta actividad 2 permite desarrollar un tercer juego que tiene como objetivo ejemplificar la replicación del ADN (figura 3).

- Los alumnos se colocarán de nuevo apareados simulando la doble hélice.
- Las cadenas se separarán. Es decir, las filas de alumnos se distanciarán entre ellas.
- Cada cadena servirá de molde para crear una nueva cadena. Así, a partir de dos cadenas de ADN se formarán cuatro cadenas. Se puede realizar dicha representación simbolizando la replicación de un pequeño fragmento de ADN.
- Si se desea añadir realismo a la actividad se pueden colocar los extremos de las cadenas 5' y 3'. Y realizar el proceso de replicación en el sentido 5' a 3' como se lleva a cabo de forma real. Un alumno puede representar la DNA

polimerasa que es la enzima responsable de la replicación y por tanto es quien decide qué base se debe colocar.

Figura 3. Esquema de la actividad 2, para estudiar la complementariedad de las bases de ADN. La secuencia que se muestra es un ejemplo.



Actividad 3:

TRANSCRIPCIÓN

Objetivos de aprendizaje:

- Reconocer las bases nitrogenadas propias de ADN y de ARN identificar las bases nitrogenadas que son complementarias entre sí entre ADN-ARN.
- Reproducir el proceso de transcripción.

Conceptos teóricos relacionados: La transcripción es el primer paso que debe tener lugar para que un gen se exprese. La transcripción es el paso de ADN a ARN. La doble cadena de ADN se abre y la cadena que presenta sentido 5' a 3' sirve de molde para sintetizar la cadena de ARN. A partir de la doble cadena del ADN se obtendrá una cadena sencilla de ARN, llamada ARN mensajero. Además, durante el proceso de transcripción las timinas (T) serán substituidas por uracilos (U). De modo que aparecerá una nueva complementariedad A = U (Nelson y Cox 2015).

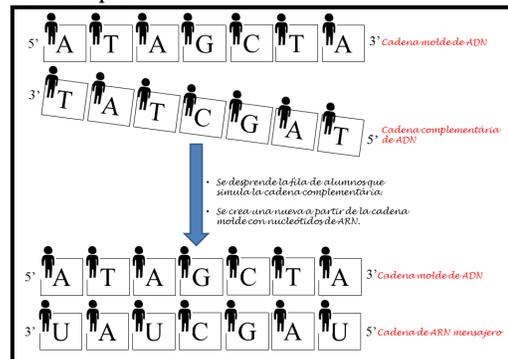
Desarrollo de la actividad: Para reproducir el proceso completo de la transcripción se seguirán los siguientes pasos que se muestran ejemplificados en la figura 4:

- Un grupo de alumnos representará la doble cadena de ADN para ello, formarán dos filas, llevando las bases nitrogenadas correspondientes y se colocarán formando dos

filas simulando la complementariedad de las cadenas de ADN.

- Por el extremo 3' de la cadena molde se separan las cadenas.
- En dirección 5' a 3' y usando la cadena molde o cadena codificante se colocarán las bases complementarias teniendo en cuenta que será necesario introducir las sustituciones comentadas anteriormente. Para ello será necesario que algunos alumnos representen a la base nitrogenada uracilo.
- El enzima encargado de dicha síntesis es la RNA polimerasa y se podría representar por un grupo de 2 o 3 alumnos. Los alumnos que representen a la RNA polimerasa serán los encargados de decidir que bases complementarias son necesarias incorporar durante las síntesis del ARN. Esta cadena de ARN representará el ARN mensajero.

Figura 4. Ejemplo de secuencias que se podrían representar en la actividad 3. Estudio del proceso de transcripción.



Actividad

4:

TRADUCCIÓN

Objetivos de aprendizaje:

- Traducir una secuencia de ARN a proteína.
- Ejemplificar el proceso de la traducción.

Conceptos teóricos relacionados: La traducción es el paso final en flujo de la información genética en el cual se obtienen la proteína que nos dará un característica o bien realizara una función determinada. Una vez se ha sintetizado el ARN mensajero, este debe ser traducido a proteína utilizando el código genético. El código genético es universal y sirve para convertir la información genética en información bioquímica. Los ribosomas llevarán a cabo dicha síntesis y

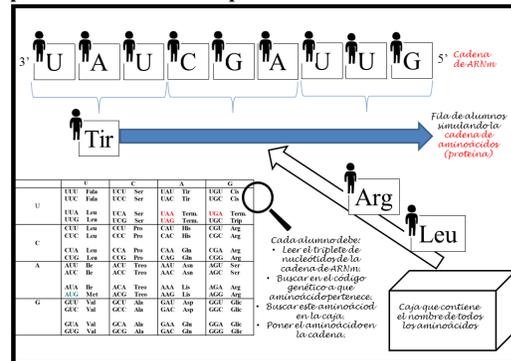
leerán los nucleótidos en bloques de 3. Cada 3 nucleótidos corresponden a un aminoácido. El código genético es degenerado, es decir, cada uno de los aminoácidos puede ser codificado por más de un triplete (Nelson y Cox 2015).

Desarrollo de la actividad: Para simular el proceso de traducción se van a seguir los siguientes pasos (figura 5):

- En esta actividad será necesario que un grupo de alumnos formen una sola cadena de ARN creando una única fila (los alumnos continuarán con las letras correspondientes a las bases enganchadas en sus camisetas). Debemos tener en cuenta los nucleótidos a escoger puesto que se trata de ARN (A, U, G y C).
- Otro grupo de alumnos representará a los aminoácidos. (Se creará un póster con la imagen del código genético, con las equivalencias entre tres nucleótidos y su aminoácido correspondiente).
- Los alumnos que representen los aminoácidos tendrán que leer el ARN mensajero representado por sus compañeros.
- El alumno memorizará las tres letras del ARN, se dirigirá al póster del código genético para saber que aminoácido representará, a continuación, cogerá una cartulina donde está escrito el nombre de su aminoácido y se colocará al inicio de una nueva cadena que será la secuencia de la proteína resultante. Los alumnos que representen a los aminoácidos se darán las manos ejemplificando la nueva proteína que se está sintetizando.
- Seguirá el juego hasta que se hayan leído todos los tripletes de nucleótidos y la cadena de aminoácidos esté completa.

También se puede hacer de manera competitiva con dos cadenas molde de ARNm y dos grupos de alumnos compitiendo para ver que mensajero se traduce antes a proteína.

Figura 5. Esquema de la actividad 4, para entender el proceso del ARN mensajero a proteína, es decir, el proceso de traducción.



Actividad 5: EXPRESIÓN DE CARÁCTERES

Objetivos de aprendizaje:

- Identificar las moléculas implicadas en los procesos del flujo de la información genética.
- Reproducir el flujo de la expresión génica.

Conceptos teóricos relacionados: Para que cualquier información genética codificada en el genoma sea expresada se debe llevar a cabo lo que llamamos el flujo de la información genética. Significa que primero el ADN debe ser transcrito a ARN mensajero y que posteriormente este debe salir del núcleo y ser traducido por los ribosomas en el citoplasma, para convertirse en proteína.

La información escrita en nuestro ADN (genotipo) debe convertirse en una realidad física (fenotipo). La transcripción y traducción son los procesos mediante los cuales el ADN pasa a ARN y posteriormente a proteína. Las proteínas tienen función mayoritariamente enzimática que cataliza reacciones metabólicas y producirán como resultado, el fenotipo. El ARN que se copia del fragmento de ADN, es decir, el ARN mensajero debe sufrir unas modificaciones post-transcripcionales para madurar y poder salir del núcleo. Posteriormente, el ARN se unirá a los ribosomas donde servirá de molde para fabricar las proteínas (Nelson y Cox 2015).

Desarrollo de la actividad: Esta actividad también consiste en un juego de relevos. Se simulará el proceso de transcripción, traducción y finalmente expresión génica (figura 6). Los alumnos tendrán que convertir la información en una realidad siguiendo estos pasos:

- Se formarán como mínimo dos grupos de cuatro personas que compiten entre sí. En función de los alumnos del grupo clase se pueden añadir tantas características como se deseen para que todos los alumnos desarrollen la actividad.
- Los componentes de cada grupo representarán el ADN, el ARN, la proteína y el carácter fenotípico.
- El profesor o profesora dirá al oído de los alumnos que adopten el rol de ADN una característica física diferente, por ejemplo “ojos azules” y al otro alumno “ojos marrones”.
- El alumno deberá buscar entre todas las secuencias de ADN la que represente el gen que determina los ojos azules en un caso o bien marrones en el otro.
- Una vez hayan encontrado la secuencia de ADN correspondiente se dirigirán corriendo al siguiente compañero (que simboliza el ARN) y que deberá encontrar en una caja la secuencia de ARN complementaria a la del ADN que le ha facilitado su compañero de equipo.
- Este alumno una vez tenga la secuencia de ARN mensajero se dirigirá rápidamente hacia el siguiente compañero que con la ayuda del código genético deberá traducir el ARN a secuencia de aminoácidos y por tanto a proteína.
- Cuando haya conseguido la secuencia de aminoácidos deberá correr hacia el último compañero que deberá buscar entre varias secuencias de aminoácidos que característica presenta su secuencia averiguar que característica codificaba el gen y colocarla en el muñeco (figura 7).

Además, durante el recorrido se puede añadir pequeñas actividades para detallar más el proceso. Por ejemplo, el ARN debe madurar para salir del núcleo y llegar a los ribosomas, dónde se sintetizan las proteínas. Para representarlo podemos seguir estos pasos:

- Dos alumnos tendrán un pañuelo o trozo de papel con unas letras A mayúsculas dibujadas que representará la “cola poli-A” que necesita unir-se al ARNm para que este madure y se pueda traducir a proteínas. Estos alumnos estarán corriendo dentro del recinto donde realicemos la práctica.

- Cada ARNm tiene que “atrapar” a uno de sus compañeros y coger-les el pañuelo (cola poli-A) para poder pasar la información a las proteínas.

Si se decide añadir esta complejidad a la actividad deberá haberse explicado anteriormente en la sesión teórica.

En esta actividad 5 se pueden añadir más secuencias de las que se van a precisar así todos los grupos deberán demostrar su conocimiento, ya que si se trabaja con las secuencias exactas que se van a trabajar el último grupo lo va a tener más fácil ya que solo va a quedar en cada posición una secuencia.

Figura 6. Esquema de la actividad 5, para afianzar el proceso de expresión de los genes.

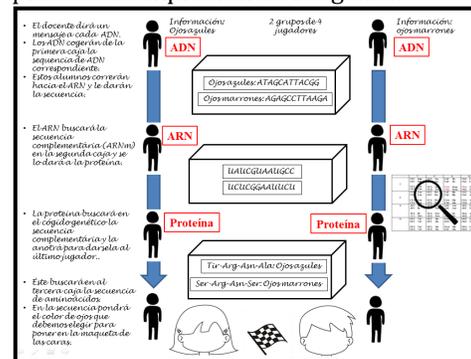


Figura 7. Imagen de una parte del material utilizado para la realización de la actividad 5, sobre la expresión génica.



Recursos y material

En la tabla 2 se detalla el material necesario para desarrollar cada una de las actividades. Se puede observar que parte del material es común para muchas de las actividades que configuran la gincana.

Tabla 2.
Material necesario para desarrollar cada una de las actividades

ACTIVIDAD	MATERIAL NECESARIO
NUCLEÓTIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ribosa • Desoxiribosa • U, A, G, C • A, T, C, G • Fosfato • Caja grande con bolas de porexpan o tiras de periódico.
REPLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Folios con las letras de las bases nitrogenadas del ADN (A, T, C, G) plastificados y con un cordel para poderlos colgar.
TRANSCRIPCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Folios con las letras de las bases nitrogenadas del ARN (A, U, C, G) plastificados y con un cordel para poderlos colgar.
TRADUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Folios plastificados con las letras de las bases nitrogenadas (A, U, C, G) y con un cordel para poderlos colgar. • Póster con el código genético. • Folios plastificados con los nombres de los aminoácidos que se precisaran según la secuencia de ARN escogida. Con un cordel para poderlos colgar.
EXPRESION GÉNICA	<ul style="list-style-type: none"> • Carteles plastificados con secuencias de ADN que simbolizen las características físicas que se deseen. A parte de la secuencia también será necesario anotar que característica codifica. • Carteles plastificados con las secuencias de ARN complementarias a las secuencias de ADN anteriores (ya no se debe escribir a qué característica pertenecen). • Carteles con las secuencias de las proteínas correspondientes a las secuencias de ARN. • Póster o mural con el Código genético. • Cartel con las características físicas que se precisen. • Cara de cartón para colocar las características físicas.

Discusión

La actividad presentada tiene como objetivo principal afianzar los contenidos sobre genética explicados previamente al desarrollo de esta. Al tratarse de una actividad grupal, cada miembro desarrolla un rol diferente en cada una de las actividades y, por ello, es necesario del éxito individual de cada uno para poder obtener el éxito colectivo. Para afianzar contenidos tradicionalmente el docente recurre a las actividades propuestas por el libro de texto usado en clase. Estas actividades pueden ser vistas por los alumnos como tareas pesadas y aburridas lo que conlleva a que un porcentaje de los alumnos no las realicen. Dichos alumnos no llegarán a consolidar los contenidos explicados y, por tanto, les será más difícil seguir la unidad didáctica en las siguientes sesiones y, en consecuencia, podrían perder el interés por ella o incluso por la asignatura.

Al sustituir las actividades del libro por la gincana nos aseguramos que todos los alumnos están realizando esta fase de consolidación de los contenidos. Además, al formar parte de un grupo posiblemente estarán más motivados ya que el éxito del grupo dependerá en parte de que todos los miembros del grupo realicen bien su tarea dentro de la actividad.

El aprendizaje cooperativo ha sido definido como “pequeños grupos de personas que trabajan juntos como un equipo para resolver un problema, realizar una tarea o llegar a una meta común” (Artz y Newman 1990, p. 448). Los estudiantes necesariamente deberán colaborar los unos con los otros para alcanzar la meta común que persigue el grupo (Johnson y Johnson, 1999). El aprendizaje cooperativo se ha visto que promueve el aprendizaje significativo (Wolfensberger y Canella 2015). La gincana es una actividad cooperativa ya que cada grupo debe conseguir el reto que se les propone en cada una de las actividades (queremos

puntualizar que la gincana incluye actividades cooperativas más típicas de una metodología de estas características, y otras son meras representaciones del proceso o *performance*). En las actividades 1 y 5 se precisa que los alumnos colaboren para alcanzar el objetivo y además ser los primeros en hacerlo. Por tanto, las actividades propuestas intentan potenciar el trabajo cooperativo pero además se les añade el factor de la competitividad. Las otras actividades (2, 3 y 4) se ha planteado realizarlas con todo el grupo clase y para que los alumnos logren desarrollarlas con éxito también será necesario que exista cooperación entre el grupo, aunque en este caso la gestión es más complicada ya que estamos hablando de todo un grupo clase (puede estar formado por entre 25-30 alumnos), y por ello la actividad debe ser guiada por el docente. Si se desea las actividades 2, 3 y 4 se pueden convertir en actividades competitivas dividiendo la clase en 2 o 3 grupos (según número de alumnos) para añadir competitividad y por tanto motivación a dichas actividades.

Si se desea implicar mucho más al alumnado os proponemos que sean ellos mismos los que os ayuden a elaborar el material necesario. De este modo se empezarán a familiarizar con el vocabulario y algunos alumnos quizás empiecen a sentir interés por el contenido que se trabajará. Otra propuesta puede ser compartir la sesión que se dedique a la gincana con el profesor de educación física. De este modo, se puede aprovechar para incluir pruebas físicas en medio de las actividades que se basan en juegos de relevos como son las actividades 2 y 5. Así se intensificaría la actividad física realizada por los alumnos y tal y como indican algunos autores (Kubesch 2009; Hillman 2014; Kamijo 2011) podría mejorar el rendimiento cognitivo de los alumnos.

Aunque ya hemos constatado unos resultados muy positivos, como perspectivas, nos planteamos evaluar a través de evidencias cuantitativas si la gincana es una buena herramienta didáctica para los alumnos logren alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados. La siguiente fase de este proyecto será evaluar si

mediante la realización de la gincana los alumnos alcanzan los aprendizajes que nos hemos propuesto en cada actividad. Para así poder determinar si todas las actividades están correctamente diseñadas y por tanto permiten alcanzar los objetivos de aprendizaje para los cuales han sido desarrolladas o si por el contrario es necesario replantearnos modificar alguna de las actividades para los alumnos logren alcanzar los objetivos planteados. Aunque falta un estudio más exhaustivo para valorar objetivamente la efectividad de la aplicación de esta actividad, al haber sido puesta en práctica con estudiantes de secundaria, hemos constatado que han tenido gran aceptación e implicación por parte de los docentes y también de los alumnos. Todos los estudiantes participaron activamente y mostraban su interés y motivación hacia la realización de las actividades, implicándose con el grupo para conseguir los objetivos.

Las actividades que conforman la gincana pueden ser utilizadas además de para los cursos citados anteriormente como actividades de repaso antes de seguir con contenidos más elevados de genética para aquellos alumnos que han escogido la modalidad científico-técnica. Se podría dedicar una sesión de clase a realizar directamente la gincana y así ayudar a los alumnos a recordar contenidos que ya trabajaron anteriormente.

La gincana reúne una gran cantidad de características que la hace una excelente herramienta para utilizar en diferentes cursos y con diferentes finalidades. Sigue la dinámica del juego, presenta el elemento de la competitividad, el trabajo cooperativo, es una actividad dinámica que implica realizar actividad física, que se puede realizar al aire libre. La escasa necesidad de ningún recurso específico y la sencillez de este permite que pueda ser realizada sin prácticamente coste alguno. Además, se puede utilizar con diferentes fines como sesión de repaso, sesión de consolidación del contenido explicado o incluso como sesión de evaluación.

Referencias

- Álvarez J.F., y Valls C. (2019) La contextualización mediante el uso de demostraciones experimentales cambia la percepción y la actitud hacia la química de los futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias* 37-3, 73-88. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2674>
- Akram, T.M., Ijaz, A., y Ikram, H. (2017). Exploring the Factors Responsible for Declining Students' Interest in Chemistry. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(2), 88.
- Artz A.F., y Newman, C. M. (1990). Cooperative learning. *Mathematics Teacher* 83, 448-449.
- Coca D. M. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XX1* 18(2). doi:[10.5944/educxx1.14602](https://doi.org/10.5944/educxx1.14602)
- De Miguel T., Tomé S., Crespo P., Siota, L., y Villa T.G. (2009) Aplicación de la Técnica de Aprendizaje Cooperativo Puzzle de Aronson a las Prácticas de Microbiología. *Revista Edusfarm: Educación superior en Farmacia* 5, 1-10. Recuperado de www.publicacions.ub.es/revistes/edusfarm5/documentos/630.pdf doi:10.1111/j.1751-228X.2009.01076.x
- Feito R. (2008). ¿Qué pasa en la secundaria? *Claves de razón práctica* 188, 72-77.
- Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H. y Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Forés A., Gamó J.R., Guillén J.C., Hernández T., Ligoiz M., Pardo F., y Trinidad C. (2015). *Neuromitos en la educación. El aprendizaje desde la neurociencia*. Plataforma Editorial.
- Furió Más C. J. (2005). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación Química* 17, 222-227. doi:[10.22201/fq.18708404e.2006.4e.66011](https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2006.4e.66011)
- García R., Traver, J.A. y Candela I. (2001) Aprendizaje cooperativo. Fundamentos, características y técnicas. Recuperado de www.centros.edu.xunta.es/cfr/pontevedra/oblogdeorientacion/toni/toni5.pdf
- George R. (2006). A cross-domain analysis of change in students' attitudes toward science and attitudes about the utility of science. *International Journal of Science Education* 28(6), 571-589. doi: [10.1080/09500690500338755](https://doi.org/10.1080/09500690500338755)
- Hillman C. H., Pontifex M. B., Castelli D. M., Khan N. A., Raine L. B., Scudder M. R., ... y Kamijo K. (2014). Effects of the FITKids randomized controlled trial on executive control and brain function. *Pediatrics* 134(4), e1063-e1071.
- Johnson D., y Johnson R. (1975). *Learning together and alone*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kagan S., y Kagan M. (2009). *Cooperative learning*. San Clemente: Kagan Publishing.
- Kamijo K., Pontifex M. B., O'Leary K. C., Scudder M. R., Wu C. T., Castelli D. M., y Hillman C. H. (2011). The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental science* 14(5), 1046-1058. doi: [10.1111/j.1467-7687.2011.01054.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01054.x)
- Kubesch S., Walk, L., Spitzer M., Kammer T., Lainburg A., Heim R., y Hille K. (2009). A 30 minute physical education program improves students' executive attention. *Mind, Brain, and Education* 3(4), 235-242.
- Lunenburg, F. C. (2011). Critical thinking and constructivism techniques for improving student achievement. In *National Forum of Teacher Education Journal* (Vol. 21, No. 3, pp. 1-9).
- Marrón A. M. P., y Vivaracho C. E. (2017). Gamificación en el aula: gincana de programación. *ReVisión* 11(1), 8.
- Martínez M. y Esteban F. (2005). Una propuesta de formación ciudadana para el EEES. *Revista española de pedagogía* 230, 63-83.
- Nelson, D. L., y Cox, M. M. (2015). *Lehninger: principios de bioquímica*. Ed. Omega.
- Olayanmi, E.E. (2017). The effects of a flipped classroom model of instruction on students' performance and attitudes towards chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 26(1), 127-137. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9657-x>

- Prieto T., España E., y Martín C. (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad.
- Salta K. y Tzougraki C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education* 88, 535-547. doi: [10.1002/sce.10134](https://doi.org/10.1002/sce.10134)
- Solbes J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Didáctica de las ciencias experimentales Alambique* 67, 53-61.
- Solbes J., Montserrat R., y Más C. F. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales* (21), 91-117.
- Valenti, S. S., Masnick, A. M., Cox, B. D., y Osman, C. J. (2016). Adolescents' and Emerging Adults' Implicit Attitudes about STEM Careers: "Science Is Not Creative". *Science Education International*, 27(1), 40-58.
- Vázquez, B., Jiménez, R., y Mellado, V. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias* 28(3), 417-432.
- Wolfensberger, B., y Canella, C. (2015). Cooperative Learning about Nature of Science with a Case from the History of Science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(6), 865-889.
- Zapata, J. (2016). Contexto en la enseñanza de las ciencias: análisis al contexto en la enseñanza de la física. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* 11, 193-211. doi: [10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a3](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a3).