

LA ARTICULACIÓN ENTRE IMÁGENES Y PALABRAS EN LA ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA

DE MICHELI, ANA ^(1,2), GONZÁLEZ URDA, ELIZABETH ^(1,2), IGLESIA, PATRICIA ^(1,2) y
STEVEN. SARA ^(1,2)

¹ Departamento de Biología, Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires

² anademi50@yahoo.com, eliurda@gmail.com, psmiglesia@gmail.com,
sastev2@gmail.com
anademi50@yahoo.com

RESUMEN

Este trabajo, realizado en una cátedra de Biología del CBC en el marco de un proceso de cambio didáctico-curricular, describe y analiza una secuencia didáctica que incorpora la exhibición de videos al quehacer áulico. Los videos fueron seleccionados con el objetivo de acercar al estudiantado una perspectiva más compleja de la actividad enzimática a través de su representación tridimensional y la incorporación de conceptos tales como condiciones ambientales, azar, movimiento y probabilidad de encuentro entre moléculas. La exhibición dialogada de los videos se inserta en una secuencia de actividades solicitadas a los alumnos, algunas de las cuales consistieron en la redacción de textos referidos al tema. El análisis comparado de los escritos producidos en una de esas actividades y la reelaboración de los mismos en base a intervenciones docentes sugiere que los videos son un material didáctico que no se autoabastece. La intervención docente es fundamental no sólo para mediar entre la imagen y los alumnos durante la exhibición, sino también para proponer actividades que faciliten el diálogo entre la imagen y la escritura lo que, según nuestros resultados, permite a los estudiantes poner en palabras relaciones cada vez más ricas referidas al tema en cuestión.

Palabras clave: diálogo epistémico, videos, escritura, enseñanza

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca en un proceso de innovación didáctico-curricular que se desarrolla en una de las cátedras de Biología del Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires desde hace más de quince años. Esta innovación se sustenta en una concepción sistémica de las estructuras vivas que contrasta con el enfoque más reduccionista que suele guiar la enseñanza de esta asignatura cuyo programa gira alrededor de la biología celular.

El enfoque sistémico del que partimos abreva en autores como Meyer (1979), Blanc (1981), Maturana *et al* (1981), Lewontin *et al* (1984) y Morin (1993) y concibe a los seres vivos como estructuras auto-eco organizadas y multicausales, caracterizadas por propiedades emergentes que no se encuentran presentes en los niveles de menor grado de organización. En consecuencia, entendemos a cualquier organismo vivo desde una doble mirada epistemológica: como una totalidad con dimensión histórica que modifica al ambiente del que es subsidiario, y como el resultado de un gran número de procesos metabólicos y fisiológicos.

Desde esta concepción disciplinar, el objetivo de la cátedra es que los alumnos se aproximen a un conocimiento más complejo e integrado de los seres vivos. Sin dejar de abordar la enseñanza teórico-práctica de los procesos celulares más relevantes, las intervenciones docentes en el aula y las actividades propuestas en el material de cátedra están orientadas a que los estudiantes puedan resignificar los conceptos de la biología celular en el marco de comprender algunos aspectos del funcionamiento del organismo como un todo. En ese camino, se promueve que los estudiantes puedan establecer relaciones funcionales entre distintas estructuras sub-celulares, entre las células y los organismos de los que forman parte y entre estos últimos y el ambiente que los rodea. Fomentamos, además, que los estudiantes utilicen los conocimientos teóricos y las relaciones conceptuales trabajadas para explicar fenómenos biológicos concretos.

Por otra parte, la cátedra jerarquiza la comunicación interactiva entre todos los actores del hecho educativo como medio de explicitar concepciones implícitas, contrastar ideas, negociar significados y enriquecer esquemas conceptuales. En el trabajo de aula, esta comunicación se vehiculiza a través del discurso oral, el gráfico y el escrito que se entrelazan en un diálogo que, entendemos, potencia el aprendizaje. La oralidad está presente en las clases durante las explicaciones dialogadas del docente, durante el trabajo en pequeños grupos de alumnos destinado a discutir las distintas actividades propuestas en el material de cátedra y durante la socialización de las conclusiones en el plenario del aula. Respecto al discurso escrito, éste no sólo está presente en la bibliografía y los apuntes de los alumnos, sino que durante toda la cursada se insta a los alumnos a escribir textos a través de los cuales expliquen algún evento biológico real o hipotético utilizando y relacionando distintos conceptos disciplinares indicados por el docente.

En base a las perspectivas que valoran el potencial epistémico de escribir para aprender una disciplina, entendemos que la potencia de la escritura depende de su sistematicidad, del tipo de tareas propuesta a los estudiantes y de las condiciones en las que éstas se desarrollan, siendo las más efectivas aquellas que implican desafíos y promueven combinar información e ideas en formas nuevas (Bazerman *et al*, 2005). Estas tareas, deben, además, estar situadas en un dominio de conocimiento e integradas en secuencias de enseñanza que les otorguen sentido (Tynjala *et al*, 2001). Por otra parte, la escritura puede funcionar como un espacio metacognitivo para reflexionar acerca del propio aprendizaje y permitir a los estudiantes caracterizar los vínculos conceptuales que es posible establecer entre diferentes

modos de presentar el conocimiento (Hand y Prain, 2012). Finalmente, la escritura sistemática permite a los docentes analizar y orientar la progresión de los aprendizajes y sus propias intervenciones.

Las producciones escritas que entregan los alumnos casi todas las clases son analizadas por los docentes y devueltas con comentarios escritos tanto sobre el contenido como la forma, interpelando al texto ya sea a través de preguntas, pedidos de revisión de partes subrayadas, orientaciones para completarlo o corregirlo. Esta suerte de diálogo instituido entre los escritos/voces del alumnado y la voz/escritos del docente es sumamente productiva porque, según la opinión de los jóvenes, facilita el manejo del vocabulario disciplinar y la comprensión de conceptos a través de su relación con otros tópicos biológicos estudiados con anterioridad y su aplicación a casos particulares. También, permite al docente monitorear el avance del aprendizaje de su alumnado (De Micheli e Iglesia, 2012).

Finalmente, el discurso gráfico es fundamental para enseñar y aprender esta asignatura: las imágenes forman parte ineludible de las explicaciones del docente en el pizarrón, ilustran estructuras y procesos en la bibliografía y están presentes en el material de cátedra para representar y proponer actividades interpretativas. Sin embargo, aunque estas imágenes son imprescindibles para facilitar la representación, son estáticas y planas lo que no ayuda a los alumnos a concebir ciertos atributos de los fenómenos vitales como la tridimensionalidad de las estructuras y la dinámica de los procesos biológicos entre los que cabe resaltar la velocidad, el azar y la simultaneidad de eventos.

Con el objetivo de complementar esta carencia de las imágenes usadas hasta el presente, se desarrollaron distintas experiencias de aula en las que se incorporó la exhibición de videos animados que ilustran diferentes procesos biológicos a una secuencia didáctica. En esta ponencia se describe una de esas experiencias y se presenta un análisis parcial de su impacto en el alumnado.

FUNDAMENTOS DE LA EXPERIENCIA DIDÁCTICA

La experiencia que se analiza en esta oportunidad se inscribe en el proyecto de investigación (UBACYT 20020130100838 BA) que se desarrolla actualmente en la cátedra y del que participan seis de sus miembros. Uno de los objetivos de este proyecto es el de seleccionar y eventualmente editar materiales audiovisuales que animen procesos celulares o moleculares adecuados a la propuesta didáctico-curricular de la cátedra y evaluar su relación con el aprendizaje.

Fundamentos disciplinares

La propuesta curricular está cruzada transversalmente por el concepto de proteínas que relacionamos permanentemente con el fenotipo de los organismos y las células. Dentro del grupo de las proteínas, adjudicamos particular importancia a las enzimas en tanto actores principales de los procesos metabólicos que dan cuenta del mantenimiento de las estructuras vivas (células y organismos) y su reproducción. Normalmente los conceptos referidos a este tema se trabajan en el aula a través de explicaciones que incluyen imágenes planas y estáticas que se complementan con la realización y discusión de tareas realizadas por los alumnos individualmente o en grupos cuyas consignas figuran en el material de cátedra.

Con el objetivo de que los alumnos puedan construir una mirada más compleja de las enzimas y su actividad nos propusimos incorporar la interacción entre la organización (en este caso de estructuras vivas), el orden y el desorden planteada por Morin (1993). Este

autor sostiene que “para que haya organización es preciso que haya encuentros, para que haya encuentros, es preciso que haya desorden (agitación, turbulencia)”. Desde ese enfoque, resulta que la actividad de las cientos de enzimas que son fundamentales para la organización y mantenimiento de un sistema vivo depende de la probabilidad de los encuentros azarosos con su o sus sustratos, encuentros cuya frecuencia aumenta cuando mayor sea el desorden generado por el aumento de temperatura en el ambiente en que se encuentran esas moléculas, siempre dentro de ciertos valores. Entendemos, que una aproximación a los conceptos de movimiento, azar y probabilidad de encuentros entre moléculas y de transformación del sustrato en producto puede ayudar a profundizar la concepción simplificada de la actividad enzimática representada en clase a través de la expresión $E + S \rightarrow E \sim S \rightarrow E + P$. Aunque la enseñanza de este proceso suele acompañarse de imágenes en las que se ilustra el “encaje” entre la enzima y el sustrato, esto no alcanza para aproximar una mirada dinámica del mismo que dé cuenta de los conceptos mencionados previamente ni para facilitar una aproximación a los aspectos temporales y espaciales del fenómeno.

Fundamentos didácticos

Partimos de la hipótesis de que la incorporación de imágenes animadas puede ayudar a nuestros alumnos a complejizar su concepción acerca de las enzimas y de su actividad. La introducción de videos animados a nuestra práctica de aula es un fenómeno reciente para cuya producción fue necesario vencer distintos tipos de resistencias a la incorporación de nuevas herramientas didácticas, particularmente aquellas con las que los docentes no estamos familiarizados por cuestiones generacionales. Pero, además, junto con Dussel (2011) pensamos que vale la pena cuestionarse la convicción de que el uso de las tecnologías digitales, por el solo hecho de tener imágenes, interesar y motivar a los alumnos, producen automáticamente una mejora en los aprendizajes. Más aún, esta autora se cuestiona qué tipo de operaciones de conocimiento se proponen a partir de las imágenes para que no se queden solamente en suscitar el interés o la participación de los alumnos. En ese sentido propone que el uso de TICs debería estar orientado a que los alumnos puedan establecer diversas relaciones entre imágenes y palabras como sistemas de representación distintos pero conectados y que esas relaciones deberían ser revisadas, enriquecidas y mejoradas con el diálogo, la perspectiva de otros y conocimientos técnicos más precisos y ajustados al saber disciplinar.

Más allá del “encantamiento” que puedan generar las imágenes, entendemos que es esencial que el docente determine de antemano los objetivos del uso de las imágenes animadas, seleccione el o los videos que mejor se ajusten a sus objetivos, planifique de qué manera las integrará en una secuencia de aprendizaje y establezca modos de analizar su impacto en la adquisición, representación y/o integración de conocimientos. A partir de esa concepción, y teniendo en cuenta los objetivos disciplinares mencionados más arriba, se seleccionaron los videos a utilizar y se planificó una secuencia didáctica que incorpora la exhibición de los mismos.

Esa secuencia se inscribe en el diálogo entre el discurso oral y el escrito jerarquizado por la cátedra como un camino eventualmente virtuoso para el aprendizaje. Así, en base al video exhibido se pidió a los alumnos tareas de escritura y reescritura acerca de lo visto y escuchado a partir de cuyo análisis la intervención docente se orientó a promover en los estudiantes la reflexión sobre el tema y la profundización del aprendizaje.

DESARROLLO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Esta secuencia de cinco clases se llevó a cabo en un curso del primer cuatrimestre del presente año en una comisión de 40 alumnos de la materia Biología de la sede Regional Norte. Las dos primeras clases previas a la exhibición del video se habían destinado a explicar la composición, estructura (primaria y espacial) y función de las proteínas haciendo particular hincapié en las enzimas; respecto a estas últimas, se había hecho alusión a la especificidad enzimática, a la formación del complejo enzima-sustrato y a su importancia para la catálisis de reacciones químicas celulares. De una clase a otra se solicitó a los alumnos que realizaran en forma domiciliaria distintas actividades presentes en el material, que serían socializadas en la clase siguiente durante el trabajo en pequeños grupos de alumnos y en clase plenaria.

Al comienzo de la clase destinada a trabajar con los videos, se exhibieron dos animaciones referidas a la actividad de las enzimas con el objetivo de ilustrar lo explicado previamente en el pizarrón introduciendo el aspecto tridimensional de las enzimas, sus sitios activos y la interacción específica y no covalente con el o los sustratos. Luego, y con el objetivo de acercar una mirada más compleja de la actividad enzimática incorporando los conceptos de movimiento, azar y probabilidad del encuentro entre moléculas y formación del producto se exhibió un video disponible en http://www.kscience.co.uk/animations/anim_2.htm. Este video permite simular modificaciones de distintos factores que afectan la actividad enzimática (temperatura, pH y cantidad de sustrato) y observar las consecuencias sobre el movimiento de las enzimas y los sustratos (representados por esferas de un color), el choque de ambas partículas y la velocidad de formación del producto (representado por el cambio de color de la esfera que simula al sustrato). Durante su exhibición, la docente fue modificando cada uno de esos factores al tiempo que mediaba entre las imágenes en movimiento y los alumnos a través de descripciones, preguntas y pedidos de hipótesis sobre las posibles consecuencias.

Finalizada la exposición propuso a los alumnos una tarea domiciliaria que planteaba una reacción química hipotética ($\text{sustrato } A \rightarrow \text{productos } M + N$) catalizada por la enzima X. En base a esa reacción, los estudiantes debían redactar tres pequeños textos en los que se pedía relacionar sendos pares de los conceptos analizados durante la exhibición del video. En uno de esos textos, cuyos resultados se analizan en este trabajo, los alumnos tenían que relacionar la actividad de la enzima X con la velocidad del movimiento de las enzimas y los sustratos.

Los textos entregados la clase siguiente fueron analizados por la docente y a cada uno de ellos se le hicieron observaciones escritas que los interpelaban. Estas anotaciones se realizaron como llamadas al pie con el ánimo, como diría Cassany (2004), de interpretar con criterio “solidario” la idea de su autor y sin invadir el texto.

A modo de ejemplo, se transcriben tres textos y las respectivas observaciones del docente.

Texto 1: “*Si la velocidad del movimiento de las partículas (enzimas y sustratos) es alta, la actividad de la enzima X será mayor*”. Observación docente: “*No explicás por qué*”.

Texto 2: “*La actividad de la enzima X será mayor o menor dependiendo de las condiciones del ambiente en el que se encuentre, por ej. la temperatura, pH.*”

La temperatura regulará el movimiento de las partículas y, siendo óptima para su funcionamiento, la enzima actuará o “trabajará” más sobre el sustrato”. Observación docente: “¿Por qué la actividad es menor a temperaturas por debajo de la óptima?”

Texto 3: *“La actividad de la enzima X queda inactiva cuando disminuye la velocidad del movimiento de las partículas, ya que disminuyó la temperatura y el sitio activo está, pero tarda en encontrarse con los sustratos”. Observación docente: “En este caso, ¿cuál o cuáles son los sustratos?”*

A la clase siguiente se devolvieron los textos revisados y se desarrolló una actividad plenaria en la que la docente, a través de una exposición dialogada, fue poniendo en discusión los errores más frecuentes detectados en los textos al tiempo que retomaba los conceptos principales presentados a partir del video. Al finalizar el trabajo se pidió a los alumnos que reescribieran total o parcialmente sus escritos en función de las observaciones escritas particulares y lo debatido en clase plenaria.

RESULTADOS

Después de una lectura preliminar de los veinticuatro textos escritos inicialmente (primeros textos) y los reescritos posteriores a las observaciones docentes (segundos textos), se identificaron las distintas relaciones establecidas por los estudiantes atinentes a los dos términos que debían conectarse: la actividad de la enzima X y la velocidad del movimiento de las enzimas y sustratos. En base a esa información, el análisis de los textos se centró en a) la relación entre la temperatura y la velocidad del movimiento de las partículas, b) la relación entre la actividad de la enzima X, la unión con el sustrato y la formación del producto.

Análisis de la relación entre la temperatura y la velocidad del movimiento de enzimas y sustratos.

Del análisis de los primeros veinticuatro textos surge que en las dos terceras partes de los mismos se asocia la velocidad del movimiento de las moléculas con la temperatura del medio mientras que en el tercio restante se obvia mencionar a esta última, es decir que no considera este factor para explicar el movimiento de las moléculas y, consecuentemente, la actividad de la enzima (ver Texto 1 en la sección anterior).

Dentro del grupo de textos que menciona a la temperatura como factor determinante de la actividad enzimática, la mayoría presenta lo que podría interpretarse como una síntesis generalizadora de la relación a través de expresiones tales como *“la velocidad del movimiento de las partículas depende de la temperatura”* (ver también Texto 2) aunque no todos especifican las consecuencias de aumentar o disminuir esa variable ambiental. Contrariamente, un pequeño grupo de alumnos sólo describe lo que ocurre al modificar la temperatura escribiendo, por ejemplo, *“a mayor temperatura las enzimas se mueven a mayor velocidad”*. Entendemos que la simple descripción de la relación entre las dos variables y el establecimiento de una síntesis generalizadora como la planeada constituyen dos etapas sucesivas en el proceso de apropiación del tema en cuestión. El hecho de que la gran mayoría de los alumnos haya podido expresar el segundo paso podría estar relacionado con el modo de trabajar con el video que consistió en simular reiteradas veces el incremento y disminución de la temperatura al tiempo que se llamaba la atención sobre

las consecuencias de modificar esa variable sobre la velocidad de las moléculas y la actividad enzimática.

Otro punto interesante es que, a pesar de que, como se mencionó antes, durante la exposición se analizaron las consecuencias de subir y bajar la temperatura, la mayoría de los textos aluden sólo a la relación entre el aumento de esa variable y el incremento en la velocidad de las partículas, siendo notablemente inferiores los que describen qué pasa a bajas temperaturas (a modo de ejemplo, ver Texto 3 en apartado anterior) y los que analizan ambas situaciones. Una hipótesis que podría explicar esta tendencia es lo que Dussel (2011) llama el “encantamiento que se sobreimprime al contenido”. A partir de entrevistas a estudiantes secundarios, esta autora detecta que después de haber visto un video los alumnos dicen haber aprendido algo significativo, pero que no pueden nombrar ese “algo” con términos o palabras que la cultura escolar identifica con contenidos conceptuales. De acuerdo con este planteo, podría postularse que para los alumnos resultan más impactantes las escenas en las que las moléculas se mueven más rápido que aquellas en las que el movimiento es más lento y que, debido a ello, centran su análisis principalmente en el aumento de la temperatura (o el aumento en la velocidad de las moléculas).

Los alumnos que en sus primeros textos no habían mencionado a la temperatura como factor determinante de la velocidad de las partículas tampoco lo hacen en la reescritura, lo que sin duda debe adjudicarse a que en las devoluciones escritas el docente no hizo alusión a esta relación. De cualquier modo, los resultados del análisis de los textos pone en la agenda docente la necesidad de trabajar esta relación, máxime cuando en las actividades de aula y en las evaluaciones se suele pedir a los alumnos que expliquen por qué un proceso metabólico (de plantas o animales poiquiloterms) es más lento cuando la temperatura ambiente es menor que cuando es mayor. Es muy frecuente que las respuestas a estas actividades relacionen la temperatura con la actividad enzimática sin hacer alusión a la velocidad del movimiento de las moléculas.

Por último, uno de los textos que decía “*A más temperatura la actividad de la enzima aumenta la velocidad del movimiento de las partículas*” ameritó una actividad en clase plenaria consistente en discutir su veracidad y volver a identificar entre todos los alumnos las causas y las consecuencias de la relación entre la temperatura y la velocidad de las moléculas.

Análisis de la relación entre la actividad de la enzima X, la unión con el sustrato y la formación de producto

La mitad de los primeros textos alude a la actividad de la enzima X sin mayores desarrollos del concepto tal como se ejemplifica en el Texto N° 1 de título anterior. La otra mitad da alguna explicación de la actividad enzimática asociándola con la unión al sustrato, con la formación de producto o con ambos eventos a la vez. La relación entre la actividad enzimática y los sustratos se ejemplifica en estos dos textos: “*a mayor velocidad [la enzima X] tiene más posibilidades de encontrarse con el sustrato para modificarlo.*” y “*La actividad de la enzima X queda inactiva cuando disminuye la velocidad del movimiento de las partículas, ya que disminuyó la temperatura y el sitio activo está pero tarda más en encontrarse con los sustratos*”. Los alumnos que relacionan la actividad enzimática con la formación del producto usan expresiones como las siguientes: “*...mayor será la actividad de la enzima y por lo tanto vamos a tener un producto rápido.*” y “*...la actividad de la enzima X es más rápida, por lo tanto la formación de productos va a ser mayor, en menos tiempo*”.

Finalmente el siguiente texto asocia la actividad enzimática con la unión con el sustrato y la formación del producto: *“A mayor temperatura, mayor actividad enzimática, por ende la enzima X tendrá más posibilidades de encontrarse con el sustrato y generar más producto”*.

Tanto las observaciones del docente hechas por escrito a estos textos como los comentarios en clase plenaria estuvieron orientados a que los alumnos explicaran por qué a mayor (o menor) movimiento de las moléculas la actividad de la enzima era mayor (o menor) incluyendo en su escrito al sustrato y los productos como términos necesarios para dar precisión a la relación planteada. Ambas intervenciones docentes parecen haber sido relevantes ya que los segundos textos presentan cambios significativos respecto a los primeros.

En primer lugar, la mayoría de los alumnos que no habían ampliado el concepto de actividad enzimática en su primer escrito pudo incorporar en la reescritura al sustrato y/o a los productos, mientras que sólo dos no lo hicieron.

En segundo lugar, en algunos textos aparecen otros conceptos relacionados con el tema y que lo enriquecen. Algunos introducen la desnaturalización enzimática relacionándola con el aumento de temperatura (*“En el caso de que la temperatura supere los 60°C las enzimas se desnaturalizan, por ende la cantidad de actividad enzimática también se reduce”*). Otros incorporan la expresión complejo enzima-sustrato (*“Hay más posibilidad de que se produzca el complejo enzima-sustrato”*) o el concepto de sitio activo (*“...la velocidad será lenta y tardará más tiempo la unión del sustrato con el sitio activo”*). Finalmente, también aparece en algunos textos el concepto de azar tal como lo muestran los siguientes ejemplos: *“... haciendo más probable que la enzima se encuentre con algún sustrato, ya que tienen un movimiento azaroso”* o *“Ese movimiento [el de las enzimas y sustratos] es azaroso. Por esa razón, ahora [cuando aumenta la temperatura] la probabilidad de encuentro es mucho mayor.”*

Por último, cabe consignar que, si bien la mayoría de los textos hablan específicamente de la enzima X, son muy pocos los que identifican por su nombre al sustrato A y/o a los productos M y N que estaban planteados en el enunciado de la actividad. De nuestra experiencia docente surge que muchos alumnos eluden referirse al caso concreto que se les plantea, aunque cuando se les llama la atención sobre el punto pueden hacerlo. La ausencia de alusiones al sustrato y los productos por su nombre puede explicarse porque la docente priorizó realizar observaciones sobre las relaciones ya mencionadas y en muy pocas oportunidades (ver Texto 3 del apartado anterior) hizo referencia al caso concreto.

CONCLUSIONES

De la realización y primer análisis de esta secuencia didáctica surgen algunas conclusiones que ameritan ser puntualizadas. En términos generales, todo indica que los videos constituyen una herramienta didáctica que puede ser potente para complejizar las representaciones que tiene el alumnado sobre distintos temas biológicos. En el caso descrito, la exhibición dialogada del video referido a la modificación de la actividad enzimática en función de variables ambientales fue efectivamente relevante para que los alumnos pudieran poner en palabras relaciones conceptuales que enriquecen y complejizan el abordaje del tema y que difícilmente se pueden explicar en el pizarrón. Sin embargo, nuestra experiencia sugiere que este recurso didáctico no es autosuficiente ya que requiere una efectiva intervención docente que dependerá del contenido del material, los objetivos

didácticos que se proponga y las características del alumnado. También requiere destinarle tiempo no sólo a su exhibición dialogada en el aula, sino fundamentalmente a la realización de diferentes actividades orientadas a trabajar los contenidos disciplinares que muestra y que el docente considere relevantes en base a sus objetivos didácticos.

Efectivamente, la determinación de los objetivos didácticos por parte del docente es fundamental, en primer lugar, para seleccionar el material audiovisual que se exhibirá. Dado que la oferta de videos en la web es extensa y muy variada en cuanto a estilos, calidad, verosimilitud, duración, etc., es tarea docente elegir cuál o cuáles de ellos tienen las cualidades más ajustadas a sus propósitos docentes. Además, esos objetivos son los que durante la exhibición guían la intervención docente orientada a mediar entre la imagen y los alumnos a través de la palabra. Finalmente, también son los que orientan la selección de actividades a realizar por el estudiantado a fin de que le otorguen sentido a lo visto.

En el caso que presentamos las actividades propuestas después de la exhibición del video estuvieron destinadas a que los alumnos pusieran por escrito distintas relaciones conceptuales referidas a la actividad enzimática. La comparación entre esos textos y las reescrituras de los mismos en base a observaciones del docente, apoya nuestra hipótesis de que la escritura de los alumnos en diálogo con la palabra del docente y los otros materiales didácticos es un camino para seguir transitando dado que facilita que los alumnos puedan poner por escrito relaciones cada vez más ricas referidas a problemáticas biológicas.

Respecto a los textos, se verifica que su calidad -entendida como la pertinente inclusión de otros conceptos y explicitación de relaciones relevantes entre ellos- depende en gran parte de la consigna de la actividad. Efectivamente, cuando ésta es muy amplia y poco precisa, como en este caso, las relaciones que los alumnos establecen en los escritos pueden ser muy lineales, de manera tal que no permiten evaluar la profundidad de sus conocimientos. Además, la intervención del docente a través de sus orientaciones y sugerencias escritas y orales resulta un factor que impronta la calidad de las reescrituras.

Finalmente, las conclusiones a las que se arriban en este trabajo ameritan ser contrastadas y enriquecidas con otros datos provenientes de las opiniones del estudiantado acerca de la incorporación de videos en la secuencia didáctica obtenidas a través de encuestas y entrevistas en profundidad y con la observación y registro de las clases correspondientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bazerman, C, Little, J, Bethel, L, Chavkin, T, Fouquette, D. y Garufis, J. (2005). *Reference Guide to Writing Across the Curriculum*. West Lafayette, Indiana: Parlor Press.

Blanc, M. (1981). La genética según Bateson. Otra lógica de lo viviente. En Blanc, M. (Ed.), *Primer aniversario de una herencia* (20-35). Buenos Aires: Nueva Visión.

Cassany, D. (2004). *Reparar la escritura*. Didáctica de la corrección de los escritos. Barcelona: Editorial Grao.

De Micheli A. e Iglesia P. (2012). Writing to Learn Biology in the Framework of a Didactic-Curricular Change in the First Year Program at an Argentine University. En Thaiss, C., Bräuer, G., Carlino, P., Ganobcsik-Williams, L. y Sinha, A. (Eds). *Writing Programs Worldwide: Profiles of Academic Writing in Many Places. Perspectives on Writing* (35-42). Fort Collins, Colorado: The WAC Clearinghouse and Parlor Press. Disponible en <http://wac.colostate.edu/books/wrab2011/>

Dussel, I. (2011). Aprender y enseñar en la cultura digital. En: Documento básico. VI Foro Latinoamericano de Educación; Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital Dussel y Quevedo (Ed.). Buenos Aires: Santillana. Disponible en <http://www.oei.org.ar/7BASICOp.pdf>. Consultado 12 agosto 2015

Hand, B. y Prain, V. (2012). Writing as a Learning Tool in Science: Lessons Learnt and Future Agendas. En Fraser, Tobin, K. y McRobbie, C. (Eds.) *Second International Handbook of Science Education* (vol.1) (1375-1384). Dordrecht Heidelberg London New York: Springer Science, Business Media B.V.

Lewontin, R., Rose, S. y Kamin, L. (1987). *No está en los genes. Racismo, genética e ideología*. Madrid: Ed. Crítica.

Maturana, H. y Varela, F. (1984). *El árbol del conocimiento*. Chile: Ed Universitaria

Meyer, F. (1979). Situación epistemológica de la biología. En: Meyer, F. Papert, P., Nowinski, C. y Piaget, J (Ed.) *Epistemología de la Biología* (13-46). Buenos Aires: Ed Paidós.

Morin, E. (1993). *El método I. La naturaleza de la naturaleza*. Madrid: Ed. Cátedra

Tynjala, P., Mason, I. y Lonka, K. (2001). Writing as a learning tool: An introduction. En G. Rijlaarsdam y Tynjala, Mason y Lonka (Eds.) *Writing as a learning tool. Integrating Theory and Practice* (7-22). Netherland: Kluwer Academic Publishers.