

En Maricel Occelli, Leticia García, Nora Valeiras y Mario Quintanilla, *Las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos edu.* Santiago de Chile (Chile): Bellaterra.

Viejas y nuevas TIC para aprender biología molecular.

Roni, Carolina y Carlino, Paula.

Cita:

Roni, Carolina y Carlino, Paula (2018). *Viejas y nuevas TIC para aprender biología molecular.* En Maricel Occelli, Leticia García, Nora Valeiras y Mario Quintanilla *Las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos edu.* Santiago de Chile (Chile): Bellaterra.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/paula.carlino/239>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/p1s1/rhW>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN COMO HERRAMIENTAS MEDIADORAS DE LOS PROCESOS EDUCATIVOS

VOLUMEN .II

Recursos y Experiencias Didácticas

COMPILADORES

Maricel Occelli
Leticia Garcia Romano
Nora Valeiras
Mario Quintanilla Gatica

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y
LA COMUNICACIÓN COMO HERRAMIENTAS
MEDIADORAS DE LOS PROCESOS EDUCATIVOS

VOLUMEN II: RECURSOS Y EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS

COMPILADORES

Maricel Occelli

Leticia Garcia Romano

Nora Valeiras

Mario Quintanilla Gatica

AUTORES

Jaime Oyarzo, Lionel Alfie, Carolina Roni, Paula Carlino, Mariel Rivero, Marina Masullo, Mônica Fogaça, Marcelo Giordan, Mónica Reinartz Estrada, Mariana Sanmartino, Irma Viviana Suarez, Carla Hernández, Silvia Tecpan, María Constanza Capocasa, Macarena Mari, María Eugenia Condat, Gimena Fussero, Magalí Erbetta, Ana Josefina Meirovich, Marina Borri, Tania Malin Vilar, Ivana Galera, Verónica Shinquel, Leticia Garcia Romano, Eliana Ferreyra, Julieta Seculin Glur y Pedro A. Willging



COMPILADORES

Maricel Occelli, Leticia García Romano, Nora Valeiras y Mario Quintanilla Gatica

ASISTENTE DE EDICIÓN

Miguel Angel Manzanilla Castellanos

CORRECCIÓN LITERARIA FINAL

Maricel Occelli y Leticia García Romano

COMITÉ EDITORIAL CIENTÍFICO INTERNACIONAL

- Dr. AGUSTÍN ADÚRIZ BRAVO
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires. CONICET.*
- Dr. GONZALO BERMÚDEZ
*Communicare. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y
Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. CONICET*
- Mg. JULIO GONZALO BRITOS
*Facultad de Ciencias Sociales. Centro de Estudios
Avanzados. Universidad Nacional de Córdoba.*
- Dra. LAURA BUTELER
*Facultad de Matemática Astronomía y Física.
Universidad Nacional de Córdoba. CONICET*
- Dra. GABRIELA DOMJAN
*Facultad de Filosofía y Humanidades.
Universidad Nacional de Córdoba.*
- Dra. SANDRA LUCIA ESCOVEDO SELLES
Universidade Federal Fluminense, UFF, Brasil.
- Mg. NANCY FERNÁNDEZ MARCHESI
*Instituto de Educación.
Universidad Nacional de Tierra del Fuego e Islas del
Atlántico Sur.*
- Dra. LYDIA GALAGOVSKY
*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires.*
- Dr. LEONARDO GONZÁLEZ GALLI
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires. CONICET.*
- Dra. GABRIELA LORENZO
*Facultad de Farmacia y Bioquímica.
Universidad de Buenos Aires. CONICET.*
- Dra. SUSANA MARCHISIO
*Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.
Universidad Nacional de Rosario.*
- Dra. ELSA MEINARDI
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires. CONICET.*
- Dr. FRANCO MIR
*Laboratorio de Neurofisiología del Instituto
de Investigaciones Médicas Mercedes y Martín Ferreyra.
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.*
- Universidad Nacional de Córdoba. CONICET.*
- Mg. PATRICIA MORAWIKI
*Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales.
Universidad Nacional de Misiones.*
- Dra. ANA OÑORBE
Instituto Dámaso Alonso. Madrid. España.
- Esp. MARÍA ISABEL PASTORINO
*Facultad de Ciencias Exactas.
Universidad Nacional de Río Cuarto.*
- Dra. MARÍA ANDREA PEREA
*Facultad de Matemática Astronomía y Física.
Universidad Nacional de Córdoba.*
- Dra. MARÍA JOSEFA RASSETTO
*Facultad de Ciencias de la Educación.
Universidad Nacional del Comahue.*
- Dra. MARÍA VICTORIA PLAZA
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires. CONICET.*
- Dr. ALEJANDRO PUJALTE
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires.*
- Dra. GRAZIELA PERONA
*Facultad de Ciencias Sociales. Centro de Estudios
Avanzados. Universidad Nacional de Córdoba.*
- Dr. MARIO QUINTANILLA GATICA
*Grupo Grecia. Facultad de Educación.
Pontificia Universidad Católica de Chile.*
- Dra. LIGIA QUSE
*Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
Universidad Nacional de Córdoba.*
- Dra. ANDREA REVEL CHION
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires.*
- Mg. GABRIELA SABULSKY
*Facultad de Ciencias Sociales. Centro de Estudios
Avanzados. Universidad Nacional de Córdoba.*
- Dr. EDGAR ORLAY VALBUENA USSA
Universidad Pedagógica Nacional (Colombia).
- Dr. JESÚS VÁZQUEZ ABAD
Faculté de Education. Université de Montréal

Producto científico del Proyecto AKAEDU03 (2016-2019), patrocinado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile, la Academia de Ciencias de Finlandia y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Santiago de Chile 2018

DIRECTOR DE LA COLECCIÓN

Mario Quintanilla Gatica

Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias (Bellaterra)

Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias (G.R.E.C.I.A.)

Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile

Compiladores del Volumen I: Maricel Occelli/ Leticia Garcia Romano / Nora Valeiras/ Mario Quintanilla Gatica

AUTORES Y AUTORAS

Jaime Oyarzo / Lionel Alfie / Carolina Roni / Paula Carlino / Mariel Rivero / Marina Masullo / Mônica Fogaça / Marcelo Giordan / Mónica Reinartz Estrada / Mariana Sanmartino / Irma Viviana Suarez / Carla Hernández / Silvia Tecpan / María Constanza Capocasa / Macarena Mari / María Eugenia Condat / Gimena Fussero / Magalí Erbetta / Ana Josefina Meirovich / Marina Borri / Tania Malin Vilar / Ivana Galera / Verónica Shinquel / Leticia Garcia Romano / Eliana Ferreyra / Julieta Seculin Glur / Pedro A. Willging

DE ESTA EDICIÓN:

© Bellaterra. Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias. Toesca 2946, Oficina 309, Santiago de Chile.

Teléfono (56)-(2) 226890028
www.sociedadbellaterra.cl

1ª edición: Septiembre de 2018
Inscripción Propiedad Intelectual N°
ISBN de la Obra: 978-956-09033-4-1
ISBN del Volumen: 978-956-09033-5-8

Editorial Bellaterra Ltda. Edición: Alida Mayne-Nicholls

Edición: Miguel Angel Manzanilla Castellanos
Revisión de estilo: Maricel Occelli y Leticia Garcia Romano
Corrección literaria: Maricel Occelli y Leticia Garcia Romano.
Diseño de portada: Pablo Ortiz Luna
Diseño y diagramación: Pablo Ortiz Luna
Impresión: Andros Impresores.

Impreso en Santiago de Chile.

Para fines comerciales, quedan rigurosamente prohibidas, bajo sanciones establecidas en las leyes, la reproducción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de esta, por cualquier medio, tanto si es electrónico como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien fotocopia, sin la autorización escrita de los titulares del copyright. Si necesita fotocopiar o escanear fragmentos de esta obra, diríjase a www.sociedadbellaterra.cl

Todos los Derechos Reservados.

VOLUMEN II

RECURSOS Y EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS

RECURSOS

CAPÍTULO I

10 Las herramientas de la Web 2.0 y su aplicación educativa

Jaime Oyarzo

CAPÍTULO II

24 Intervenciones virtuales que promueven leer y escribir para aprender Biología en el nivel superior

Lionel Alfie

CAPÍTULO III

36 Viejas y nuevas tic para aprender biología molecular. Situaciones de enseñanza con lectura, escritura y animaciones digitales en escuelas secundarias

Carolina Roni y Paula Carlino

CAPÍTULO IV

54 Busquen información sobre... pero no en Wikipedia!": Aportes para pensar la inclusión de la enciclopedia libre en el aula de ciencias

Mariel Rivero

CAPÍTULO V

71 Webquest una estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje de las ciencias

Marina Masullo

CAPÍTULO VI

75 Blogs en la enseñanza de las ciencias: más allá del aprendizaje de conceptos

Mônica Fogaça y Marcelo Giordan

CAPÍTULO VII

98 Introducción a los simuladores y autómatas celulares. Innovación tecnológica y didáctica universitaria en la fisiología animal

Mónica Reinartz Estrada

CAPÍTULO VIII

107 Cortometrajes y promoción de la salud: una paleta de voces, imágenes y colores para abordar la problemática del Chagas

Mariana Sanmartino

EXPERIENCIAS

CAPÍTULO IX

117 Construyendo Resiliencia desde la Ciencia a través de las TIC
Irma Viviana Suarez

CAPÍTULO X

124 Usando una plataforma virtual para girar la clase: propuesta de aula invertida para formar profesores de ciencia
Carla Hernández y Silvia Tecpan

CAPÍTULO XI

134 Una experiencia de implementación de un laboratorio virtual de genética
María Constanza García Capocasa, Macarena Mari y María Eugenia Condat

CAPÍTULO XII

142 Aprender sobre cariotipo: Una experiencia de laboratorio "real" y "virtual"
Gimena Fussero

CAPÍTULO XIII

150 Laboratorio virtual para el aprendizaje del crecimiento bacteriano. Una propuesta en la formación docente inicial
Magalí Erbetta

CAPÍTULO XIV

158 Sistemas de coordenadas, juegos, preguntas y videos
Ana Josefina Meirovich y Marina Borri

CAPÍTULO XV

164 SimCity, un videojuego para aprender modelos
Tania Malin Vilar e Ivana Galera

CAPÍTULO XVI

173 Juguemos en el Minecraft, mientras los Creepers no están
Verónica Shinquel y Leticia Garcia Romano

CAPÍTULO XVII

179 Waking Mars: una herramienta para fomentar la producción de hipótesis en la escuela secundaria
Eliana Ferreyra y Julieta Seculin Glur

CAPÍTULO XVIII

188 Los Robots en el aula: una manera diferente de aprender a programar
Pedro A. Willging

VIEJAS Y NUEVAS TIC PARA APRENDER BIOLOGÍA MOLECULAR.

SITUACIONES DE ENSEÑANZA CON LECTURA, ESCRITURA Y ANIMACIONES DIGITALES EN ESCUELAS SECUNDARIAS¹.

Carolina Roni y Paula Carlino

CONICET. GICEOLEM. Grupo para la Inclusión y Calidad Educativas a través de
Ocuparnos de la Lectura y la Escritura en todas las Materias. Universidad de Buenos Aires.

INTRODUCCIÓN

En las escuelas secundarias, el trabajo con la lectura y la escritura en las diversas materias suele restringirse a que el docente indica leer de un libro o fotocopia, los alumnos leen por su cuenta (o no leen), luego completan cuestionarios sencillos² y el docente expone oralmente sobre el tema, con escasa recuperación de lo interpretado por los estudiantes (Rosli, Carlino y Roni, 2015). Ante situaciones de esta naturaleza, la inclusión de TIC en las aulas se apoya muchas veces en la ilusión de que por su intermedio se solucionarán los problemas de una enseñanza expositiva y la disposición pasiva de los estudiantes (Cuban, 2001; Maggio, 2016; Salomon, 1992). Sin embargo, trabajar con TIC no favorece *per se* la comprensión de los contenidos disciplinares³ (Maggio, 2016). Cabe preguntarse entonces por el diseño de las propuestas de enseñanza: ¿qué situaciones didácticas se pueden promover en aulas de la escuela secundaria para que los alumnos interactúen con “contenidos disciplinares difíciles”? El presente trabajo aborda esta pregunta considerando “viejas y nuevas” tecnologías de la información, la comunicación y la representación: la escritura⁴ y las animaciones⁵. Estudiamos, pues, las actividades integradas de leer, escribir, visionar animaciones y hablar sobre lo leído, lo escrito y lo visionado, como instrumentos epistémicos, es decir, actividades para favorecer la construcción de conocimiento.

Dado que la integración de estas actividades no suele ocurrir espontáneamente, apelamos a un estudio de diseño didáctico, en el cual las investigadoras junto con los profesores planificaron una secuencia educativa sobre Síntesis de Proteínas, en la que se entramó el uso de estas viejas y nuevas tecnologías, al servicio de la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos disciplinares. En este

1 Una versión previa de este capítulo fue publicada en Roni, C. & Carlino, P. (2016). Reading to write in science classrooms: Teacher's and students' joint action. In Plane, S., Bazerman, C., Rondelli, F., Donahue, C., Applebee, Arthur, Boré, Catherine, Carlino, Paula, Marquilló Larruy, Martine, Rogers, Paul y Russell, David (Coords.), *Writing Research from Multiple Perspectives*. Centre de Recherche sur les médiations : Université de Lorraine. <http://crem.univ-lorraine.fr/recherches-en-ecritures-regards-pluriels>

2 Las preguntas requieren localizar en el texto determinada información, lo cual puede lograrse sin comprenderla dado que la redacción de la pregunta coincide con la redacción de la respuesta en el texto.

3 Por ejemplo, actividades que podrían realizarse con tecnologías del lápiz y el papel, o en la interacción oral plenaria.

4 La escritura, como sistema de representación del lenguaje y medio de comunicación, es sin duda una tecnología desarrollada a lo largo de varios miles de años (Ong, 1997).

5 Nos referimos aquí a animaciones por computadora (o digitales), técnica que consiste en crear imágenes o gráficos en 2 o 3D con movimiento.

capítulo analizamos su implementación en dos escuelas secundarias en la materia Biología. A través del análisis microgenético de las interacciones en clase, identificamos qué acciones de los docentes favorecieron que los alumnos se involucraran en las actividades propuestas, como medios para ampliar su comprensión sobre los conceptos que estaban estudiando.

Nuestra indagación apunta a entender de qué modos integrar prácticas de lectura, escritura e interpretación de animaciones resulta fecundo para el aprendizaje de las ciencias. El análisis que realizamos en este capítulo pone de relieve cómo el recurso de la lectura de bibliografía enriquece las posibilidades de comprensión de los procesos moleculares que las animaciones ayudan a imaginar. En este sentido, autores como Hand, Prain, Lawrence y Yore (1999), Hohenshell y Hand (2006), Jorba, Gómez y Prat (2000), Lemke (1997) y Sutton (2003) sostienen que leer, escribir y hablar sobre lo leído y lo escrito necesitan convertirse en *objetos de enseñanza en las aulas para funcionar como herramientas de aprendizaje*. Ahora bien, ¿qué significa enseñar a leer y escribir para aprender ciencias en la educación secundaria? Según nuestra revisión de la literatura, nos alineamos con aquellos trabajos que abordan este interrogante entramando la enseñanza de los contenidos disciplinares con las prácticas letradas (Espinoza, Casamajor y Pitton, 2009; Hand, 2012; Hohenshell y Hand, 2006; De Micheli e Iglesia, 2012; Lerner, Aisenberg y Espinosa, 2009; Orange, 2012; Roni y Carlino, 2013). Estos autores proponen desnaturalizar y explicitar aquellos saberes disciplinares conceptuales pero también discursivos y procedimentales propios del estudio de una disciplina. Esto significa, por ejemplo, orientar cómo seleccionar ideas contenidas en el texto para responder algún interrogante planteado, alentar a vincular conceptos en diferentes partes de la bibliografía para elaborar una síntesis, promover la confrontación de interpretaciones sobre lo leído, ayudar a ponderar el valor de algunos fragmentos o citas para resolver problemas de interpretación, discutir sobre cómo marcar los textos para jerarquizar y relacionar ideas, etc. Enseñar a leer y a escribir en asignaturas de ciencias implica, según estos autores, socializar a los estudiantes en estas prácticas letradas, y consiste fundamentalmente en acompañar y guiar cómo participar en ellas.

En lo que respecta a las “nuevas” TIC, con el desarrollo de programas que incentivan la incorporación de una computadora para cada alumno en las aulas, la brecha digital se está desplazando del acceso a sus usos. Se define así una nueva frontera entre quienes pueden realizar operaciones complejas, moverse en distintas plataformas y aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece la cultura digital, y los que no (Dussel, 2011; Serres, 2014). Algo similar podría decirse respecto de los usos de la escritura. Nos planteamos el desafío entonces de configurar usos epistémicos de las nuevas y viejas TIC. Para ello, es necesario estudiar de qué manera incluirlas genuinamente para favorecer la comprensión de conocimientos específicos (Perelman et al, 2009); identificar cuándo y cómo atienden particularidades del estudio de saberes vinculados a la Biología.

A continuación, describimos el estudio de una secuencia didáctica diseñada a partir de una perspectiva situada y entramada de la inclusión de lectura, escritura y animaciones en la enseñanza de un contenido de biología molecular. Nuestro objetivo fue comprender qué situaciones didácticas y, particularmente, qué acciones docentes promueven o dificultan que los alumnos secundarios las asuman como herramientas epistémicas.

MARCO CONCEPTUAL PARA EL DISEÑO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

El diseño de la secuencia didáctica estuvo informado por la intención de integrar en la enseñanza de la Biología en el nivel secundario actividades en torno al uso de “viejas y nuevas” TIC, con el objetivo pedagógico de que los alumnos incrementaran su actividad cognitiva sobre el contenido enseñado. De acuerdo con el ideario de las corrientes escribir a través del currículum, leer y escribir para aprender y enseñanza dialógica (Bazerman et al., 2005; Dysthe, 1996; Dysthe, Bernhardt y Esbjorn, 2013; Russell, 2002; Tynjälä, Mason y Lonka, 2001), se procuró involucrarlos en situaciones de interacción con los saberes disciplinares a través de leer, escribir y dialogar sobre lo leído y lo escrito, en las que el docente no se desempeñara sólo como expositor de información y los alumnos no fueran receptores pasivos. A ello también contribuyó el visionado de animaciones y su discusión. Sin embargo, esto resultó un reto didáctico, ya que introducir la lectura y la escritura en las clases no garantiza su uso epistémico, lo cual depende de las condiciones en que estas actividades sean llevadas a cabo (Carter, Ferzli, y Wiebe, 2007; Langer y Applebee, 2007; Ochsner y Fowler, 2004; Wells, 1990). De igual modo ocurre con la introducción de otras TIC.

Para planificar las intervenciones de los profesores durante el desarrollo de la secuencia, recurrimos a la Teoría de las Situaciones Didácticas⁶ (Brousseau, 2002; 2007) y a la Teoría de la Acción Conjunta⁷ (Sensevy, 2011, 2012; Sensevy y Mercier, 2007; Rickenmann, 2006; 2007), en las que los alumnos son concebidos como productores del conocimiento. Estas teorías prevén cuatro acciones que ejerce el docente para ayudarles a construir lo que han de aprender: definir, devolver, regular e institucionalizar.

El docente **define** el medio didáctico, es decir las situaciones educativas, cuando explicita las reglas con las que el alumno interactuará con el problema en torno al objeto de conocimiento. Por ejemplo, el docente delimita que los alumnos recurran a la lectura de textos para interpretar ciertas imágenes. A su vez, durante las interacciones de los alumnos con el problema o situación planteada, el profesor evita que respondan exclusivamente por obligación. Se procura que el estudiante sienta como propia la necesidad de hacer frente a un medio antagonista, que le ofrece resistencia porque no permite ser abordado desde el estado actual de su conocimiento. Esta función del profesor se basa en la premisa de que el aprendizaje es posible siempre y cuando el alumno experimente la necesidad de ir por más conocimiento. En consecuencia, el profesor no comunica exclusivamente el conocimiento conceptual, sino que **devuelve** problemas (realiza preguntas, hace silencios, propone consignas que buscan implicar a los alumnos) manifestando cierta reticencia (no dice todo lo que sabe) para permitirles que se involucren y necesiten construir conocimiento. La tercera función que ejerce el docente, la **regulación**, ocurre cuando orienta la tarea definida. Por ejemplo, al intervenir durante el abordaje de un problema para que los alumnos activen o produzcan cierto conocimiento que, por sí solos, no lograrían, o cuando los estimula a reenfocar el trabajo en los objetivos de la clase.

⁶ La Teoría de las Situaciones Didácticas (en adelante TSD) nace en los '70 con Guy Brousseau, maestro de escuela primaria y doctor en ciencias, y de los aportes de investigadores de la didáctica de la matemática francesa (Brousseau, 2007; Sadovsky, 2005). La TSD toma como fundamento la teorización piagetiana del desarrollo cognitivo en tanto proceso de adaptación constructiva, y las contribuciones de Bachelard sobre el progreso del conocimiento mediante la confrontación de obstáculos epistémicos (Brousseau, 2007; Buty, Tiberghien y Le Maréchal, 2004).

⁷ La Teoría de la Acción Conjunta (en adelante TAC) se basa en y amplía los aportes de la TSD.

Al definir, devolver y regular el abordaje de un problema en el aula, el docente sitúa al alumno en el rol de elaborar conocimientos específicos, aunque todavía no relacionados explícitamente con el saber disciplinar. Para que el conocimiento resultante se le aproxime, el profesor -en tanto representante del saber cultural que pretende enseñar- lo **institucionaliza**, es decir, retoma el conocimiento elaborado por los alumnos estableciendo nexos entre este y los conceptos disciplinares, menos dependientes del contexto de enseñanza, y por tanto plausibles de servir en el futuro para otra situación. De acuerdo con Brousseau (2007), estas funciones del docente se refieren no sólo a favorecer la construcción de saberes conceptuales disciplinares sino también a la socialización en prácticas y normas institucionales y culturales.

Asimismo, la secuencia didáctica puesta en funcionamiento fue diseñada considerando una *inclusión genuina* de las TIC en las aulas (Maggio, 2016): para generar oportunidades de comprensión de los contenidos disciplinares en juego, y en concordancia con los usos que los especialistas dan a esas herramientas. En este sentido, una de las particularidades del estudio de procesos moleculares es que no pueden ser observados de forma directa. Es necesario acudir a modelos teóricos que los infieren como resultado del conjunto de evidencias logradas hasta el momento. Ayudar a entender un proceso complejo -en términos de componentes intervinientes y subprocesos- e inaccesible a la observación, como es la Síntesis de Proteínas (en adelante SP), implica un notable desafío didáctico. Ante esto, las animaciones (representaciones multimodales) fueron incluidas para ayudar a *imaginar* estos procesos. Gracias a Internet, estas representaciones animadas pueden encontrarse tanto en portales disciplinares (e.j: *stolaf.edu*), educativos (e.j: *educ.ar*) como sociales (e.j: *YouTube*) de libre acceso.

En suma, para el diseño de la secuencia didáctica que analizamos a continuación, tuvimos en cuenta los aportes de la corriente anglófona escribir a través del currículum, de la didáctica francesa (TSD y TAC), y de la tecnología educativa. En este trabajo mostramos cómo, tomándolos en cuenta, en dos aulas de Biología se crearon oportunidades de aprendizaje mediante actividades de interpretación de animaciones, lectura, escritura y discusión oral concomitante. Considerando que la participación de los alumnos en estas prácticas no puede darse por sabida, se las consideró parte del objeto de enseñanza y se observó en qué condiciones resultaron fecundas para involucrarlos en el estudio del tema abordado.

EL ANÁLISIS DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA: UN ENCUENTRO ENTRE INVESTIGADORAS Y DOCENTES

Con el objetivo de describir las interacciones entre profesores y alumnos cuando se integra el trabajo con lectura, escritura y TIC en clases de Biología, y de comprender de qué modos se favorece la participación de los alumnos para entender los conceptos que están estudiando, seguimos una metodología de diseño (Sawyer, 2006; Kelly y Lesh, 2000; Kelly, Lesh y Baek, 2008) con inspiración en la ingeniería didáctica (Artigue, Douady, Moreno y Gómez, 1995; Buty, Tiberghien y Le Maréchal, 2004). Esta metodología apunta a comprender el funcionamiento de sistemas didácticos (constituidos por la relación entre docente, alumnos y saber a enseñar) inusuales, que requieren ser construidos para poder observarlos en el aula (Brousseau, 2007; Chevallard, 1997; Sensevy, 2012). El diseño combina así componentes top-down y bottom-up (Artigue, Douady, Moreno y Gómez, 1995; Pieters y Jochems, 2003; Rickenmann, 2006; 2007; Vanderline y van Braak, 2010), en los que la situación a ser estudiada se plantea a partir del conocimiento teórico y, a la vez, el análisis de lo observado en clase fundamenta

empíricamente (reafirma, especifica, matiza, cuestiona) la validez de las teorías educativas de las que se parte (Cobb, Confrey, di Sessa, Lehrer y Schauble, 2003; Sandoval, 2004).

Dos docentes de escuelas secundarias distintas fueron seleccionados para participar del estudio. Ambos expresaban un alto compromiso con el aprendizaje de sus alumnos y estaban predispuestos al trabajo conjunto con el equipo de investigación, considerado como una oportunidad formativa. Disponían de una sólida formación disciplinar universitaria y, además de desempeñarse como profesores secundarios, enseñaban en el nivel superior. Asimismo, la docente del Aula B mostraba una activa participación en foros académicos sobre pedagogía.

Estos profesores pertenecían a instituciones contrastantes con relación a las características de su matrícula. La escuela del docente del Aula A posee un proyecto formativo de altas expectativas académicas para con sus estudiantes, quienes provienen de familias de clase media, con padres que suelen haber pasado por la universidad. Estos alumnos no han repetido ninguno de los años de formación. En cambio, la escuela del Aula B recibe alumnos de familias de clase trabajadora, con padres que no siempre han podido completar sus estudios secundarios. Muchos de estos alumnos repiten el año o interrumpen sus estudios y vuelven luego a retomarlos, por lo cual presentan sobreedad. Los dos profesores seleccionados enseñaban en el anteúltimo año del nivel secundario⁸. El Aula A tenía 27 alumnos de entre 16 y 17 años y el Aula B contaba con 20 alumnos de entre 16 y 20 años.

El proceso de la investigación, en tanto estudio de diseño didáctico, se desarrolló en tres etapas: planificación –o análisis *a priori*–, implementación, y análisis –o análisis *a posteriori*– (Artigue, Douady, Moreno y Gómez, 1995; Bannan-Ritland, 2003; Mortimore, 2000). La primera etapa consistió en el trabajo en equipo con los dos profesores para acordar criterios y diseñar la secuencia didáctica durante un año y medio antes de su implementación. Para esto, se exploró conjuntamente bibliografía sobre lectura, escritura y TIC para aprender Biología. También, se compartieron experiencias previas de enseñanza que podrían relacionarse con estos enfoques y se explicitaron las limitaciones institucionales y personales para llevar adelante el proyecto. Asimismo, durante este tiempo, la primera autora observó clases de estos profesores sin intervenir (ni en su planificación ni en su desarrollo) para conocer los contextos institucionales y las prácticas habituales de enseñanza de los docentes. Luego de esta observación naturalista y seis meses antes de la implementación de la secuencia definitiva, se realizó un estudio piloto para que docentes y alumnos desarrollaran algunas de las prácticas educativas que serían objeto de indagación en la secuencia definitiva. Con ello, se pretendió evitar que fueran completamente nuevas y pudieran resultar disruptivas tanto para docentes como alumnos. En particular, porque con las acciones previas al estudio piloto los docentes pudieron modificar su comprensión sobre las situaciones didácticas a provocar, pero no necesariamente sus prácticas (Ball, 2001; Biesta, 2007), y la secuencia piloto fue una oportunidad de acción no habitual. Lo ocurrido durante esta fase fue examinado para ajustar el diseño de la secuencia definitiva. Esto ayudó también a que los alumnos y profesores se familiarizaran con la presencia de un observador en sus clases y con la audiograbación de las intervenciones, es decir, permitió estabilizar la inmersión en el campo y reducir la perturbación provocada por la presencia del investigador en el aula (Maxwell, 2005).

8 Correspondiente al año n° 11 (de 12) de escolaridad obligatoria, que los alumnos inician normalmente cuando tienen 5 o 6 años y culminan idealmente a los 17 o 18.

Como resultado de esta primera etapa, quedó plasmada una secuencia didáctica definitiva de siete clases centrada en la enseñanza del proceso de Síntesis de Proteínas (SP) –ver el siguiente apartado–. La elección del contenido para ser enseñado se basó en dos criterios: que fuera un tema central en el currículum de ese año lectivo para la asignatura y a la vez difícil para los alumnos, según indicado por la experiencia de los profesores. El tema Síntesis de Proteínas reunía ambos criterios. Diseñar la secuencia en torno a este contenido contrasta con otros estudios o experiencias innovadoras publicados en la bibliografía, que han abordado temas más periféricos o menos desafiantes (Roni, Rosli y Carlino, 2010).

Durante la segunda etapa, los profesores implementaron la secuencia definitiva en sus aulas y se reunieron semanalmente con la primera autora para vigilar propósitos, sostener o reformular acuerdos y considerar imponderables. La primera autora observó y audiograbó las clases, y tomó notas sobre ellas. La transcripción del audiograbado y las notas de las observaciones fueron integradas posteriormente en un registro escrito de las interacciones (Guber, 2001). Del mismo modo, se recolectaron documentos de aula, diarios de campo que iban escribiendo los docentes, y se recabó el punto de vista de los participantes mediante entrevistas semiestructuradas a profesores y alumnos, previas y posteriores a la implementación de la secuencia, que fueron audiograbadas y luego transcritas. La implementación de las clases planificadas en el aula A siempre precedió en una semana a la implementación en el aula B. Esto permitió que se revisara lo ocurrido en las clases del aula A y que se consensuaran con los docentes pequeñas redefiniciones sobre la secuencia diseñada, para ser implementadas en el Aula B. Además, desafíos y avances parciales fueron discutidos periódicamente con la segunda autora y con otros integrantes del GICEOLEM⁹.

La tercera etapa involucró el análisis cualitativo de los datos resultantes de la implementación desde una aproximación descriptivo-interpretativa. Se tomó como unidad de análisis la acción didáctica, definida como la actividad conjunta entre docente y alumno/s en torno al saber en cuestión (Brousseau, 2007; Chevallard, 1997; Sensevy, 2012). Para comprender de qué maneras ciertas intervenciones de los docentes promovieron o no que los alumnos se involucraran en la lectura y/o escritura para aprender el proceso de la SP, se leyeron los registros de las 28 horas de clases observadas (14 horas en cada aula), la transcripción de 4 entrevistas a docentes (de 1 hora promedio cada una), sus diarios de campo, y entrevistas a 9 alumnos de cada escuela (de 20 minutos promedio cada una). De esta manera, se identificaron fragmentos relevantes y representativos de las tensiones y progresos en las situaciones didácticas.

En este trabajo, nos limitamos a examinar los registros de las clases III y IV de la secuencia, en las que se abordaron los procesos de Transcripción y Traducción de la SP en tanto contenido nuevo y obligatorio. Este contenido aborda las etapas y subetapas de la SP, los elementos intervinientes, sus funciones, relaciones y ubicación. El análisis minucioso del registro de estas dos clases (4 horas en cada aula) contó con el examen independiente de cada una de las autoras, que categorizaron las intervenciones del docente según sus funciones (definición, devolución, regulación e institucionalización), y debieron llegar a acuerdos (Denzin, 1970). Este análisis descriptivo se utilizó como base de un análisis interpretativo para identificar qué acciones docentes dieron origen a qué acciones de los estudiantes.

⁹ Grupo para la Inclusión y Calidad Educativas a través de Ocuparnos de la Lectura y Escritura en todas las Materias (GICEOLEM: <https://sites.google.com/site/giceolem2010>)

Así, se encontraron recurrencias y particularidades, de las que emergieron hipótesis explicativas sobre la relación entre la acción docente y la actividad de los alumnos¹⁰. Los análisis de las autoras fueron revisados por otros miembros del equipo de investigación. A partir de la discusión en estas instancias, se complejizó la interpretación de las situaciones y finalmente se estabilizaron las conclusiones.

LAS SITUACIONES DE ENSEÑANZA ANALIZADAS EN TANTO MEDIO DIDÁCTICO

La secuencia didáctica implementada para la enseñanza de Síntesis de Proteínas se desarrolló durante siete clases. Para este capítulo, se seleccionaron las clases III y IV caracterizadas por dos situaciones: *mirar para discutir qué empezamos a entender*, y *leer para entender más y escribir*. Ambas situaciones desarrolladas en una misma clase constituyen un medio didáctico (Brousseau, 2007; Sensevy, 2012), es decir, un contexto compartido entre docente y alumnos para la acción conjunta sobre un contenido disciplinar específico –las etapas de Transcripción (clase III) y Traducción (clase IV) en la SP–.

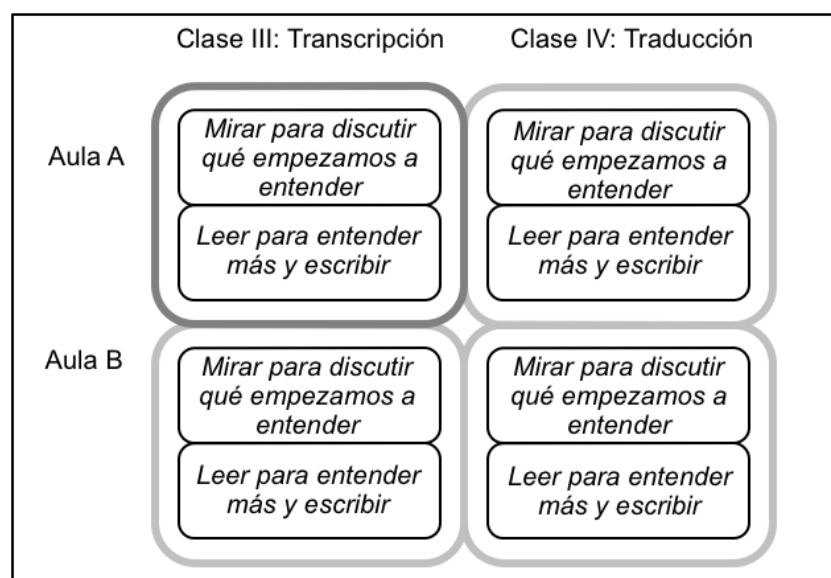


Figura 1: Medio didáctico de las clases III y IV de la secuencia de enseñanza

Este medio didáctico se recreó en cuatro oportunidades: dos en el Aula A y dos en el Aula B¹¹ (Figura 1.). En la primera situación, *mirar para discutir qué empezamos a entender*, los alumnos observaron una animación¹² obtenida de un portal de acceso libre de temáticas biológicas referido a una de las dos etapas del proceso de SP. Durante la proyección de la animación, intercambiaron sus diversas interpretaciones junto

10 El análisis microgenético de las interacciones de aula sin recurrir a un diseño experimental con grupo control permite explorar la incidencia de sutiles cambios del medio didáctico en la actividad de los alumnos. Esta exploración es necesaria para observar y comprender las condiciones de efectividad de una determinada práctica docente.

11 Como se consignó más arriba, las secuencias no se implementaron en simultáneo en ambas escuelas sino que primero se lo hizo en la escuela A y una semana después en la B

12 En la clase III de la secuencia se proyectó la etapa correspondiente a la Transcripción del ADN: <http://www.stolaf.edu/people/giannini/flashanimat/molgenetics/transcription.swf>; y en la clase IV, la Traducción del ARN: <http://www.stolaf.edu/people/giannini/flashanimat/molgenetics/translation.swf>

con la docente, y tomaron notas para registrar los contenidos trabajados en esta situación¹³. El intercambio oral y la toma de notas orientaron la comprensión preliminar del proceso de SP, preparatoria de la situación de *leer para entender más y escribir*¹⁴. En esta situación, el profesor propuso redactar epígrafes explicativos de algunas imágenes capturadas de la animación observada. Para escribirlos, los alumnos debían consultar sus notas de clase y textos específicos contenidos en un dossier provisto a comienzo de la secuencia didáctica¹⁵.

El medio didáctico así diseñado recreó situaciones familiares y acciones esperadas y conocidas (intercambios con el docente, toma de notas, etc.), pero también presentó desafíos para promover aprendizajes. Particularmente, requirió que los alumnos, para producir los epígrafes, pusieran en relación lo elaborado en la discusión oral, a raíz de lo observado en la animación, con lo leído del *dossier*. Así, para escribir, los estudiantes debían comprender las fuentes bibliográficas en función de lo discutido oralmente, seleccionar ideas, relacionarlas, y producir una brevísima síntesis.

LA SECUENCIA DIDÁCTICA EN LAS AULAS

Tanto en el Aula A como en el Aula B, la interacción oral entre los alumnos y con el docente durante la situación de mirar para discutir qué empezamos a entender tenía por objetivo preparar la lectura de los textos del dossier para escribir los epígrafes (situación de leer para entender más y escribir). Sin embargo, las funciones que encarnaron los profesores en este medio didáctico dieron origen a diferentes acciones de los alumnos.

El análisis de los intercambios en clase durante estas situaciones muestra que en las tres primeras oportunidades de implementación de este medio didáctico, dos en el Aula A (clase III y IV) y una en el Aula B (clase III), el docente institucionalizó el conocimiento conceptual disciplinar antes de la situación de lectura. Como consecuencia, los alumnos no experimentaron la necesidad de leer para escribir los epígrafes. Para ellos, los conocimientos construidos oralmente con el docente –sobre los que tomaron nota como producto de observar la animación– fueron suficientes para redactar las explicaciones de las imágenes. Así, institucionalizar el conocimiento tempranamente tuvo el efecto indeseado de desalentar que los alumnos recurrieran a los textos disciplinares para escribir, lo cual hubiera permitido que accedieran en su lectura a significados conceptual y discursivamente más ricos. En cambio, en la última oportunidad en que se recreó este medio didáctico en el Aula B (clase IV) y debido a sutiles pero significativas modificaciones incorporadas como consecuencia de las experiencias anteriores, la institucionalización del conocimiento disciplinar se postergó. Antes, la profesora alentó que los alumnos leyeran textos específicos para validar sus interpretaciones orales de la animación proyectada y reguló cómo utilizarlos con este propósito. En consecuencia, al momento de escribir los epígrafes, los alumnos acudieron a esta práctica lectora, que les resultaba familiar, pues su contenido fue presentado a través de una animación multimodal y discutido en situación plenaria, y con sentido debido a la explicitación y orientación docente previa.

13 La toma de notas perseguía la finalidad de guardar memoria para luego recuperar el contenido trabajado oralmente durante la situación de escritura de los epígrafes.

14 Se consideró que el contenido presentaba demasiada complejidad para ser abordado en primera instancia por medio de la lectura de los textos específicos, y por eso fue necesaria una instancia previa de interacción que diera herramientas conceptuales a los estudiantes para luego poder interpretar y ampliar la comprensión desde el material de lectura.

15 Los textos seleccionados para el dossier de lectura se obtuvieron de diversas fuentes, y fueron complementarios en información y complejidad en la presentación de las ideas.

A continuación, desarrollamos este análisis con muestras de los registros de clase de las aulas estudiadas. Examinamos primero interacciones durante la situación de mirar para discutir qué empezamos a entender que, según interpretamos, incidieron en la actividad posterior de los alumnos de leer para entender más y escribir.

INTERACCIONES CENTRADAS EN EL CONTENIDO CONCEPTUAL DISCIPLINAR

La clase III en el Aula A comenzó con la observación de la animación del proceso de Transcripción del ADN. Los alumnos fueron alentados a tomar nota de lo que iban interpretando, y a producir respuestas escritas preliminares a preguntas formuladas la clase anterior¹⁶. El profesor del Aula A animó a los alumnos a compartir sus interpretaciones y tomó la palabra para acercarlas al saber disciplinar. En sus intervenciones ejerció la función de devolver problemas, regular su abordaje y, en forma inmediata, institucionalizó las respuestas convergentes elaboradas por los alumnos. La Tabla 1 ilustra interacciones acerca del concepto de *gen* en el proceso de SP. En la columna derecha identificamos las funciones que va ejerciendo el docente.

Tabla 1 Aula A – Clase III Situación <i>Mirar para discutir qué empezamos a entender</i> : El docente institucionaliza los conceptos sin lectura de los alumnos	
Interacciones	Acción docente
203.[9'39"] Dina: Yo escribí que " <i>un gen es una secuencia de nucleótidos de ADN que informa para la secuencia de aminoácidos de una proteína</i> ", o sea, a lo que escribió Silvio [quien había compartido anteriormente su definición de gen] se le suma qué hace la secuencia nucleótida.	
204.Profesor: Ella está diciendo que el ADN contiene información para fabricar una proteína, eso ya estaba en las otras definiciones [que se leyeron anteriormente]. Lo que aporta [Dina] es sobre cómo el ADN otorga su base de información.	Micro -institucionaliza lo ya acordado y Regula para que se siga discutiendo en la dirección señalada por Dina
205.Joaquín: Depende de cómo están ordenadas las bases	
206.Julia: Pero... ¿no era por el ordenamiento de los aminoácidos?	
207.Profesor: ¿Alguien le puede contestar a ella la pregunta que hizo?	Devuelve la responsabilidad por definir relación entre las bases y aminoácidos
208.Sonia: ¿Podés repetir?	
209.Profesor: Dale.	
210.Julia: Que vos [Joaquín] dijiste del ordenamiento de las bases pero nosotros habíamos hablado sólo de los aminoácidos ordenados. ¿Cómo es eso?	
211.Profesor: ¿Cómo escribimos esas dos cosas en la misma definición? [los alumnos están tomando notas en sus carpetas]	Regula enfocando la atención en la relación entre dos componentes y devuelve el problema para que sean los alumnos quienes resuelvan este interrogante

16 Las preguntas a responder a través del trabajo con la animación fueron: a-¿Por qué la primera etapa de la síntesis se denomina Transcripción?; b- ¿Por qué el ADN es tan importante en esta etapa?, c-¿Se transcribe todo el ADN en una síntesis de proteínas, qué tiene que ver el gen?

212.Juan: Es que según el ordenamiento de los nucleótidos [o bases] van a tener distinto ordenamiento los aminoácidos.	Intercambios autónomos y convergentes de los alumnos sobre la función de bases y aminoácidos en el proceso de Traducción.
213.Tito: Claro, una cosa determina la otra.	
214.Julia: El ordenamiento de las bases determina el ordenamiento de las proteínas [debió haber dicho <i>ordenamiento de los aminoácidos de la proteína</i>].	
215.[12'40"] Profesor: Exacto. El gen está en el ADN, por lo cual la información del gen está en un ordenamiento de bases. Ahora, a través de estos dos procesos que estamos viendo, primero Transcripción y después Traducción, llegamos finalmente a una proteína que tiene un ordenamiento de aminoácidos.	Institucionaliza el contenido disciplinar construido por los alumnos

Como puede observarse en el fragmento de clase transcripto (Tabla 1), los alumnos del Aula A expusieron sus ideas en virtud de que el docente compartió su responsabilidad en la interpretación y provisión de información. De este modo, para favorecer el intercambio y el proceso de construcción de conocimientos, el profesor no respondió inmediatamente a la pregunta de Julia (206). En cambio, devolvió sostenidamente la responsabilidad por responderla a todo el grupo (207, 209, 211), y reguló intercambios (204, 211). Estas acciones dieron lugar a que los alumnos pusieran en relación interpretaciones (205, 212), mejoraran o completaran lo dicho por otros (203, 213), y construyeran ideas ajustadas al saber disciplinar (214). El profesor finalmente institucionalizó (215) el conocimiento logrado una vez que las ideas de los estudiantes convergieron. Así, corroboró lo que ya era un acuerdo en la clase, y lo ordenó de modo que se aproximara al saber erudito (véase en 215 cómo reformuló el contenido de los intercambios anteriores, especialmente el 214, donde Julia expresaba un error sutil).

Sin embargo, en la situación posterior de *leer para entender más y escribir*, cuando comenzaron a escribir los epígrafes, los alumnos no experimentaron la necesidad de consultar el material bibliográfico del dossier de textos. En el registro de observación, aparecen expresiones de los estudiantes, dirigidas al docente y a sus pares, como: "no comprendo la bibliografía", "en mi carpeta está todo y más claro", "es mucho trabajo para hacer en clase", "lo compartido oralmente es suficiente" y "leer [la bibliografía] es más trabajo, está más difícil". Así, a pesar de estar habituados a leer textos de diversa dificultad, en esta situación los alumnos consideraron innecesario recurrir a la lectura de bibliografía especializada para resolver la escritura de los epígrafes en clase. Las notas que habían tomado durante el análisis de la animación resultaron suficientes. Lo mismo sucedió en la clase IV¹⁷.

Igualmente, en el Aula B durante la clase III, los estudiantes no recurrieron a la bibliografía para producir los epígrafes, a pesar de que habíamos modificado en parte la secuencia didáctica como consecuencia de lo sucedido en las clases III y IV del Aula A. La modificación consistió en solicitarles que las notas que debían tomar en los intercambios orales durante la animación fueran escritas sobre las mismas fotocopias que se les repartió con las imágenes capturadas de la animación, en las que luego

17 Si bien durante la clase III en el Aula A los alumnos no recurrieron a leer el dossier para escribir los epígrafes, en la reunión posterior con los profesores se decidió mantener el mismo medio didáctico durante la clase IV. Preferimos esperar y observar si la renuencia a consultar la bibliografía por parte de los alumnos era producto de la novedad de la propuesta (estaban habituados a realizar las tareas de producción en sus casas pero no en el aula). Sin embargo, tampoco leyeron en clase durante la clase IV.

debían producir los epígrafes. Pretendíamos así que los estudiantes asumieran que la elaboración de los epígrafes sería consecuencia de una reescritura de las notas tomadas durante el análisis de la animación pero informada por la bibliografía, una reescritura que se enriquecería y ajustaría gracias a la lectura esperada de los textos del *dossier*.

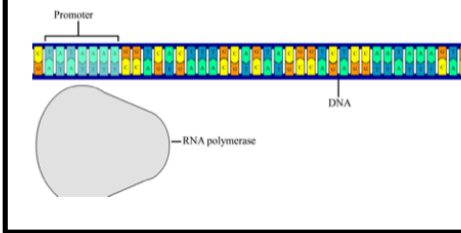
Sin embargo, esto no ocurrió y, en cambio, se fortaleció la voz autorizada del docente, aun más que en Aula A. La situación devino en un intercambio radial entre los alumnos y la docente. La situación de *mirar para discutir qué empezamos a entender* se convirtió inintencionalmente en una especie de dictado de la docente sobre lo que debía interpretarse cuadro a cuadro de la proyección. En la Tabla 2, se transcribe un fragmento de la clase III (Aula B), en la cual, para ayudar a tomar notas, la docente pregunta qué interpretan de la imagen presente en el primer cuadro de la animación proyectada, referente al comienzo del proceso de Transcripción.

Tabla 2 Aula B – Clase III Situación <i>Mirar para discutir qué empezamos a entender</i> : La docente institucionaliza los conceptos sin lectura ni discusión oral de los alumnos	
Interacciones	Acción docente
162.[1°20'12"] Profesora: Ven que es súper cortito [se refiere a la animación proyectada]. Ahora vamos parte por parte. Primera imagen [proyectada y capturada en las fotocopias que tienen los alumnos]. Ustedes tienen esto así [primer cuadro de la animación fotocopiado, sobre el cual van a ir tomando sus notas] ¿Esto [señala el ADN en la pantalla] qué sería?	Define el medio: observar cuadro por cuadro e identificar lo observado
163.Alumnos: El ADN	
164.Profesora: ¿Todo el ADN?	Regula al solicitar mayor precisión en la respuesta: diferenciar ADN y gen
165.Germán: No, una porción.	
166.Profesora: ¿Qué cosa? ¿Cómo se llama esa porción?	Regula al solicitar mayor precisión en la respuesta: diferenciar ADN y gen
167.Alumnos/Germán [grita]: Gen.	
169.Profesora: Muy bien, entonces acá tenemos el gen. Ahí varios empezaron a tomar apuntes [lo dice con la intención de que otros alumnos se sumen a tomar notas]. Y el gen tiene un sector que se llama promotor. ¿Qué es? Es una secuencia de inicio, es una señal ¿Para quién?, para la enzima. Entonces el gen tiene un sector de inicio que los biólogos la llaman caja TATA ¿Por qué se llamará TATA?	Institucionaliza lo señalado sobre gen. Regula para que los alumnos que no participan puedan tomar nota. Expone más información
170.Fernando: Porque tiene T y A nada más.	
171.Profesora: Muy bien, Timinas y Adeninas.	Institucionaliza a la vez que precisa la información para quienes no comprenden qué significa T y A
172.Flor: ¿Cómo se llama? [pide que le dicten]	
173.Profesora: La secuencia caja TATA, ese sería el promotor del gen, [es decir] esa sería la secuencia de inicio. Ese sería el promotor. Entonces la Transcripción empieza cuando la enzima que se llama ARN Polimerasa reconoce al promotor.	Da la respuesta en lugar de devolverla al grupo clase. Y expone información no provista por los estudiantes

174.Germán: ¿Cómo se llama la enzima?	
175.Profesora: ARN Polimerasa. [en silencio todos copian][Natalia vuelve a preguntar y la profesora vuelve a responder lo mismo. Parece un dictado]	Expone la respuesta en lugar de devolverla al grupo clase
[...]	
179.Fernando: ¿Qué reconoce? [pide a la profesora que le dicte cómo completar la frase]	
180.[1°29'26"] Profesora: ..al promotor. A ver el dibujo de la siguiente. La enzima reconoce el promotor y se une a ese promotor...	Expone la respuesta en lugar de devolverla al grupo clase

Como muestra la Tabla 2, la docente del Aula B propuso el intercambio con todo el grupo (162) pero primó su saber experto (169, 173, 175, 180). Los alumnos solicitaron las respuestas para completar lo que después serían sus epígrafes. Más tarde, en la situación de *leer para entender más y escribir*, no se implicaron en la tarea propuesta de consultar los textos del dossier para enriquecer su conocimiento. Como resultado, sus epígrafes resultaron muy breves y fragmentarios, similares a las notas que habían tomado durante la animación. Incluso, como exhibe la Figura 2 –en la que aparece el primer cuadro de la animación sobre el que debían producir un epígrafe– varios alumnos decidieron entregar la actividad incompleta.

Cuadro 1



a. [Marcos]
Gen. Promotor (secuencia de inicio)
ARN Polimerasa reconoce al promotor

b- [Julia]
Al comenzar la Transcripción de la secuencia de ADN reconoce al promotor

c y d- [Facundo y Marcelo, que decidieron trabajar juntos, no completaron el epígrafe de este cuadro de la animación]

☒

Figura 2: Epígrafes de Marcos, Julia y Facundo con Marcelo - Aula B clase III

La Figura 2 muestra que la producción de Marcos contiene sintagmas nominales que no llegaron a articularse en una afirmación. Julia no describió adecuadamente el cuadro 1 debido a que omitió el elemento que reconoce al promotor, y produjo una explicación incompleta¹⁸. Por su parte, Facundo y Marcelo, que espontáneamente decidieron trabajar en parejas, dejaron en blanco el epígrafe para este cuadro.

¹⁸ Los epígrafes de este cuadro debieron aproximarse a la siguiente formulación: "El proceso de Transcripción comienza cuando la enzima ARN Polimerasa reconoce el sector promotor de ADN denominado Caja TATA por tener bases de Timinia y Adenina en su composición"

Por lo expuesto, interpretamos que las acciones docentes en el Aula A, y en esta clase del aula B, no favorecieron que los estudiantes se apropiaran del propósito lector con el que otorgar sentido a la actividad planteada: “leo porque necesito saber más acerca de lo visto para escribir los epígrafes”. Conjeturamos que esto ocurrió debido a que los profesores no sostuvieron la necesidad de ir a leer la bibliografía ya que avalaron oralmente el contenido disciplinar con intervenciones de institucionalización prematuras (anteriores a la lectura) durante el análisis de la animación proyectada. Además, los alumnos expresaron en la clase tener dificultad para ejercer la actividad de lectura –que el docente solicitó pero no enseñó–. Por tanto, la evitaron. Así, los alumnos no encontraron otros motivos para encarar la laboriosa tarea de leer que aquellos que ya habían sido satisfechos en el intercambio oral: alcanzar una explicación del proceso de Síntesis de Proteínas, escribir una oración para cada cuadro de la proyección, y entregarle al docente lo que suponían que éste esperaba. La voz del docente, al exponer y validar el contenido conceptual disciplinar que se desprendía como consecuencia de lo comprendido de la animación multimodal, fue registrada en las notas de clase de los alumnos y se antepuso como fuente de consulta por sobre el trabajo con los textos disciplinares y la elaboración de explicaciones científicas más profundas. De esta manera, los alumnos no se involucraron en ir a leerlos y entenderlos. Elaborar epígrafes más cercanos al saber erudito, lo que hubieran logrado mediante la consulta de la bibliografía especializada, no se constituyó entonces en un objetivo asumido por ellos, y/o fue desechado como tal porque les resultaba inabordable.

INTERACCIONES CENTRADAS EN QUE LAS PRÁCTICAS LETRADAS AYUDEN A TRABAJAR SOBRE EL CONTENIDO DISCIPLINAR

En virtud de lo sucedido en las tres oportunidades anteriores (dos en el aula A y una en la B), el equipo propuso una redefinición de la situación de *mirar para discutir qué empezamos a entender*, que se transformó en *mirar y leer para discutir qué empezamos a entender*. Así, la profesora del Aula B en la clase IV orientó recurrentemente cómo consultar el dossier bibliográfico para fundamentar, enriquecer y validar las interpretaciones que los alumnos estaban elaborando oralmente sobre la animación. De este modo, no sólo tuvo presente que habría de enseñar el contenido conceptual disciplinar sino que procuró hacerlo también respecto de la práctica de leer para desarrollar la comprensión de lo observado en la animación y luego escribir ciencia. En la Tabla 3 se muestra cómo orientó el trabajo de los alumnos hacia la interpretación de la ubicación y función de los *codones* y *anticodones* en el proceso de Traducción, y al mismo tiempo enseñó cómo leer para corroborar lo interpretado en la proyección y comprenderlo desde el saber científico.

Tabla 3 Aula B – Clase IV Situación <i>Mirar y leer para discutir qué empezamos a entender</i> : La docente institucionaliza desde la lectura de los alumnos	
Interacciones	Acción docente
[La profesora detiene la animación y solicita que en voz alta lean uno de los textos breves del <i>dossier</i> que contiene una ilustración del ARNt y el ARNm en proceso de Traducción. Les pregunta qué pudieron interpretar tanto de la animación como de lo leído. Decide retomar la intervención de Marcos, quien había confundido codones (o triplete) con anticodones en la ilustración. Un error muy frecuente, según informa la docente en una entrevista, y en el que decide detenerse para enseñar el concepto y enseñar cómo resolver interrogantes similares a través de la lectura]	Define qué texto servirá a los alumnos para entender lo observado en la animación proyectada. Regula sobre qué tema concentrarán el trabajo de interpretación: ubicación y función de codones y anticodones.

72. [33'11"] Profesora: A ver, Marcos dice que el ARNt tiene tres puntas, y que esas tres puntas son los tripletes [o codones], ¿están todos de acuerdo?	Devuelve la interpretación de Marcos como problema al resto de la clase, buscando convergencias y divergencias sobre ubicación de codones
73. Alejandro: ¿Cuál sería el anticodón?	
74. Profesora: ¿Cuál sería el anticodón? [solicita que se pueda precisar si el anticodón está en el ARNt o en el ARNm]	Devuelve la pregunta de Alejandro al resto de la clase sobre la ubicación de codones
75. [Murmullos] Jonathan [casi inaudible]: el anticodón está en la parte inferior del ARNt. [Señala la ilustración del <i>dossier</i> y contradice a Marcos]	
76. Profesora: Él [Marcos] señaló [en la ilustración del <i>dossier</i>] las tres puntas del ARNt, y acá Jonathan está indicando que en realidad forman el anticodón. A ver, ¿qué parte del texto los ayuda a determinar cuál es el codón o triplete? [Solicita la lectura del texto para entender mejor la imagen en el <i>dossier</i> sobre la que están basando la actual interpretación]	Devuelve dos interpretaciones contrapuestas sobre ubicación de codones y define así un propósito específico de lectura. Regula cómo leer para que el texto aporte la información que se busca
[...]	
79. Juan: Pero, ¿no son estos tres sueltos? [insiste en resolver el problema señalando la ilustración de uno de los textos del <i>dossier</i> en lugar de acudir a su lectura]	
80. Profesora: Son estos tres sueltos de acá abajo [remitiendo a la imagen del <i>dossier</i>]. ¿Ven que dice UGA? Esos son los tres nucleótidos, son el anticodón. ¿Y dónde estaría el triplete o el codón? ¿Están en el ARNt? A ver, vuelvan a leer, busquen dónde es que están los codones.	Ante la insistencia de Juan realiza una micro-institucionalización y devuelve parte de la pregunta que Juan deja sin responder sobre la ubicación del codón regulando la lectura
[...]	
96. Profesora: Busquen [en el texto], encuentren dónde está el anticodón y los codones. Lo tienen en el libro. Vayan a buscar esa parte. Pero no en la ilustración, [sino] en el texto, chicos. El texto es el que te ayuda a entender la imagen. A ver dónde dice, busquen.	Regula cómo leer para resolver la pregunta planteada al explicitar que es necesario poner en relación ilustración (paratexto) y prosa del texto
105. Natalia: ARNm! [señala palabras del texto del <i>dossier</i>].	

106. Profesora: A ver leé la parte esa.	Sostiene la devolución y regula cómo leer al solicitar al alumno que muestre leyendo en voz alta cómo el texto le permite justificar ante el resto de la clase lo que dijo en 105.
107. Natalia lee: <i>“El mensaje que tiene el ARN mensajero se va decodificando de a tres nucleótidos por vez. Cada una de estas unidades de la secuencia de ribonucleótidos se denomina triplete o codones”.</i>	
108.[36´03”] Profesora: ¿Dónde están los codones o los tripletes? En el ARN mensajero. Entonces, el ARN de transferencia tiene los anticodones que son complementarios con los codones de ARN mensajero, ¿sí?	Institucionaliza el contenido conceptual disciplinar.
[...]	
119.[37´25”] Profesora: ¡Bien! Vayan subrayando porque les va a servir esa parte para escribir los epígrafes. Miren mi texto [muestra sus páginas del dossier coloreadas y con marcas], tiene un montón de anotaciones alrededor, está subrayado. Vamos a trabajar directamente sobre el texto, si hay algo que me da información.	Regula cómo leer al modelizar la práctica de lectura, subrayado y anotación marginal

Según muestra la Tabla 3, en el Aula B, al igual que en A, los alumnos se involucraron en la construcción de conocimientos cuando la docente devolvió en varias ocasiones un problema vinculado con la interpretación de la animación (72, 74, 76 y 80). Pero, a diferencia de lo ocurrido en el Aula A y de lo sucedido en la clase III en el Aula B, en esta situación la docente no institucionalizó las intervenciones de los alumnos que parecían aproximarse al saber científico¹⁹ (75, 79 y 105). En cambio, sostuvo la devolución y solicitó que los alumnos ubicaran –en cierto texto del dossier– dónde estaba explicado lo que estaban interpretando o necesitaban interpretar (76, 80 y 96) producto de la animación. Explicitó que dos interpretaciones eran divergentes y propuso leer con el propósito de dirimir la controversia a partir de información del texto (76). En 80 y 96 reiteró la necesidad de leer para entender las imágenes. En su intervención 106, pidió que Natalia leyera en voz alta la explicación del texto para justificar la interpretación lograda. Puede notarse, entonces, que no fue la profesora quien exclusivamente validó las interpretaciones sino que fueron los alumnos quienes tuvieron oportunidad de hacerlo desde lo leído (107). Luego, en 108 la profesora convalidó los saberes que habían circulado en el aula.

Así, la docente devolvió a los estudiantes el problema de la divergencia de comprensión entre dos compañeros (76), y reguló cómo recurrir a la bibliografía para resolverla (76, 80, 96 y 119). En 108 institucionalizó el contenido conceptual logrado hasta entonces y en 119, reguló la práctica de lectura al mostrar las marcas que ella misma deja sobre los textos para reconstruir su significado. El conjunto de estas intervenciones exhiben un laborioso intercambio, que dotó de sentido y propósito a la lectura de la bibliografía. Con este uso de textos en el aula los alumnos tuvieron ocasión de aprender, al mismo tiempo, conceptos y formas discursivas del contenido en estudio, y acerca de prácticas de leer para entender y escribir. La docente enseñó la práctica de validar y ajustar la comprensión de un

¹⁹ Nótese en la Tabla 3 (Aula B clase III) que, cuando los alumnos apenas parecían dar indicios de comprender, la profesora completaba la idea exponiendo más información.

complejo proceso molecular (con varias etapas y componentes fácilmente confundibles) utilizando nociones contenidas en bibliografía específica y coordinando la confrontación de interpretaciones de los observado en la animación.

En consecuencia, conforme progresó la situación de *mirar y leer para discutir qué empezamos a entender* en la clase IV del Aula B, los alumnos fueron acudiendo a los textos del dossier para interpretar la animación gracias a la devolución de la responsabilidad por parte de la docente, a su demora en institucionalizar el saber erudito, y a su regulación *in situ* sobre cómo utilizar los textos. La Tabla 4 ilustra de qué modo los alumnos fueron apropiándose del uso de la bibliografía para interpretar las imágenes proyectadas en función de cómo la docente alentó y monitoreó esta práctica:

Tabla 4 Aula B – Clase IV Situación <i>Mirar y leer para discutir qué empezamos a entender</i> – La docente institucionaliza desde la lectura de los alumnos	
Interacciones	Acción docente
120. [40'26"] Profesora: Bien, vamos al siguiente [proyecta otro cuadro de la animación]. Ahora, ¿qué pasó? Viene el ARN de transferencia...	Regula por dónde comenzar la interpretación de la proyección (por el ARNt)
121. Fede: ...con un aminoácido.	
122. Profesora: Con un aminoácido, ¿y también qué tenemos?	Devuelve y regula orientando que hay más información en lo que se está proyectando
123. Natalia: La subunidad mayor	
124. Profesora: La subunidad mayor del ribosoma, ¿sí? Entonces, llegó un ARN mensajero... Fíjense en el texto, a ver qué parte dice eso.	Regula haciendo más precisa la información provista por Natalia, y avanza en la respuesta que los alumnos no le dieron: <i>ARN mensajero</i> . Así enfoca sobre un elemento de la proyección y orienta para que se lea sobre él en el texto.
125. Jonathan [lee]: "... <i>ARN mensajero se va a decodificar en tres nucleótidos por vez</i> "	
126. Profesora: ¿Sirve esa información para lo que pasó recién?	Devuelve y regula cómo leer al solicitar que ponderen si el texto ayuda a interpretar lo observado.
127. Germán: No.	
128. Profesora: Una parte, ¿por qué?	Regula al orientar en parte la resolución de su pregunta en 126 y devuelve
129. Federico: Para saber que va a ser de a tres nucleótidos por vez.	
130. Profesora: Claro, para saber que va a ser de a tres nucleótidos por vez. Bueno, pero hay otra parte sigan leyendo, a ver... a ver, Ana [quien levantaba la mano solicitando la palabra], [leé] fuerte porque [tus compañeros, si no leés en voz alta,] no escuchan.	Realiza una micro-institucionalización y regula aportando que se espera algo más de la interpretación de ese fragmento de animación, para continuar leyendo
131. Ana: " <i>Ahora entran a escena los ARNt cada uno cargado con el aminoácido correspondiente</i> ".	

<p>132. [43'42"] Profesora: ¡Muy bien! Fíjense, el texto [del que ya habían leído un fragmento en el momento anterior a este] siguió refiriéndose al ribosoma que se va a ir desplazando, pero sin embargo la parte que corresponde a este momento [un fragmento de texto previo al que veníamos trabajando y que Ana identifico por su cuenta], es lo que acaba de leer recién Ana: <i>Ahora entran en esta escena los ARN de transferencia, cada uno cargado con el aminoácido correspondiente. A ver, ¿sólo eso me sirve? Sigamos leyendo, a ver...</i></p>	<p>Realiza una micro-institucionalización del aporte de Ana sobre el contenido disciplinar y su práctica de ir a leer en párrafos previos. Hacia el final regula cómo leer: proseguir la lectura para determinar si hay más información pertinente en lo que sigue.</p>
--	---

La Tabla 4 ejemplifica cómo los estudiantes fueron interpretando las imágenes con ayuda de un texto del dossier al emplear conceptos disciplinares provenientes de éste (125, 129 y 131). Esto contrasta con la clase III, en la que solicitaron que la docente les dictara qué escribir cuadro a cuadro. Puede notarse de qué modo la profesora fue instalando la necesidad de leer para entender haciendo prestar atención a si el texto aportaba a la cuestión buscada (126), e insistiendo en que continuaran leyendo para ver si lo leído seguía siendo pertinente para lo que querían averiguar (130, 132).

En síntesis, en la clase IV, la actividad de los alumnos (uso de bibliografía compleja con fines precisos) puede ser entendida como una "reacción" (Sensevy, 2011) suscitada a partir de sostenidas intervenciones de la profesora (76, 80, 96 y 106, en Tabla 3 y 124, 126, 130 y 132 en Tabla 4), quien reguló cómo leer para desarrollar y ajustar interpretaciones sobre la animación, enseñó a usar el texto para validarlas, a utilizarlo para buscar información adicional, a relacionar ilustración y enunciados, a ponderar si lo leído servía para el propósito buscado, etc.

Trabajar así durante la clase IV la situación de *mirar y leer para discutir qué empezamos a entender* incidió en la actividad posterior de leer para entender más y escribir. Los alumnos del Aula B, luego de explicitada la consigna de escritura de los epígrafes, recurrieron inmediatamente a la bibliografía. Los registros de observación de la clase dan cuenta de más de 40 minutos ininterrumpidos de trabajo en parejas con el dossier de textos durante la producción de los epígrafes. Asimismo, se observó que los estudiantes permanecieron varios minutos trabajando imperturbablemente hasta considerar finalizada la tarea para entregar a la docente, incluso luego del horario de salida al recreo. Interpretamos que esto sucedió debido a que la profesora logró compartir con ellos no sólo los instrumentos para ejercer una determinada práctica lectora sino también el sentido de hacerlo. Las observaciones de clase muestran que esta enseñanza fructificó en ellos, quienes –durante el trabajo en parejas– acudieron por su cuenta a esta práctica (leer para entender y escribir), en virtud de que ya lo habían hecho antes con su orientación.

Los epígrafes resultantes de este momento (Figura 3), muestran diferencias con los producidos en la clase III (Figura 2). Los alumnos lograron elaborar oraciones completas, que incluyeron marcadores de tiempo para dar cuenta de la descripción de un proceso mayor, describieron ajustadamente elemento, ubicación y función, lo que permite elaborar explicaciones profundas (Sanmartí, 2003). Además, dos de los estudiantes que no habían completado la actividad en la clase III lograron hacerlo ahora. Uno de ellos, Facundo, recibió

como parte de los comentarios que la docente hizo a sus epígrafes la siguiente nota: “¡Muy bien, Facundo. Hasta hoy no había corregido ningún texto tuyo porque no los hacías o entregabas en blanco...seguí como hoy!”²⁰

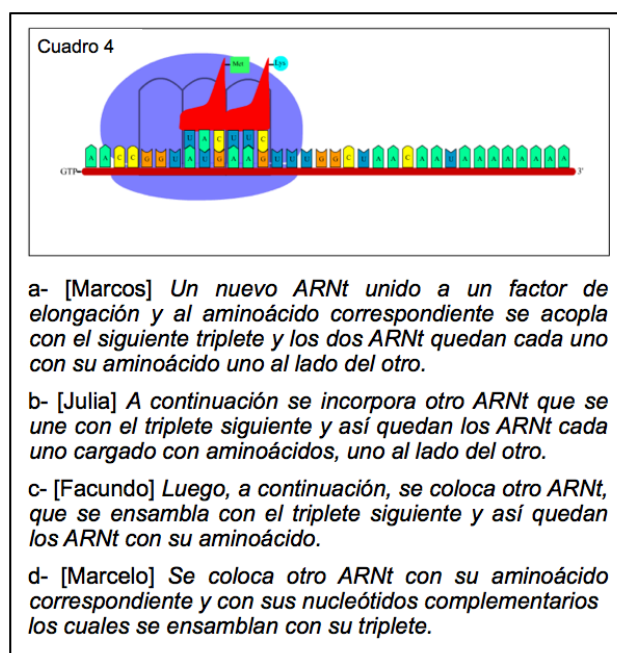


Figura 3: Epígrafes de Marcos, Julia, Facundo y Marcelo - Aula B clase IV -

Nótese que todos los epígrafes producidos con el aporte de la bibliografía identifican correctamente función y ubicación de codones (o tripletes) y anticodones. Sin embargo, no son copia literal de los textos fuentes²¹ sino que exhiben una sintaxis y un léxico singulares pero a la vez típicos de la disciplina, y dan muestra de que los alumnos utilizaron apropiadamente conceptos complejos: Marcos seleccionó el verbo *acopla* y Facundo *ensambla* para dar cuenta de lo que sucede entre el ARNt y los tripletes de ARNm. Para esta misma idea, Marcelo señaló que triplete y nucleótidos del ARNt son *complementarios*. Por otro lado, Julia advirtió que cada ARNt queda cargado con su aminoácido.

A partir de los resultados expuestos, puede apreciarse que, de las cuatro recreaciones del medio didáctico descritas en la Figura 1, las tres primeras (dos en el Aula A y una en el Aula B) no lograron convocar a los alumnos como partícipes de la práctica de leer para entender mejor la animación observada y escribir sobre el proceso biológico en juego. Incluso en la tercera instancia, el cambio implementado tuvo el efecto paradójico de volver a los alumnos más dependientes de la voz del profesor. Sólo la cuarta recreación del medio, que fue redefinido para hacer lugar al trabajo conjunto de docente y alumnos en torno a la lectura de textos académicos, logró que posteriormente recurrieran a la lectura y a la animación conjuntamente en forma genuina y autónoma para escribir con mayor fundamento.

²⁰ Vale destacar que la secuencia didáctica se implementa hacia el final del ciclo lectivo.

²¹ El fragmento de uno de los textos del dossier que podría haber inspirado la elaboración del epígrafe del cuadro que incluye la Figura 3 dice: “Primero se ubica en el ribosoma un ARNt que tiene el anticodón complementario al codón AUG. A continuación se coloca otro, que se ensambla con el triplete siguiente, y así quedan los dos ARNt, cada uno con su aminoácido, uno al lado del otro” (A. De Micheli, L. Donato, P. Iglesia, y P. Otero. *Acerca de Organismos, Células, Genes y Poblaciones*. Buenos Aires: Ediciones Villoldo Yanele, p. 5.)

¿Qué patrones de interacción caracterizan las cuatro implementaciones del medio didáctico examinadas en este trabajo? En las tres primeras el profesor realizó una *institucionalización prematura* del contenido disciplinar a través de su exposición oral antes de que los alumnos leyeran, o –sin habérselo propuesto– terminó dictando a los alumnos su propia comprensión del tema. Así, los estudiantes optaron por tomar al profesor como única fuente interpretativa de lo visto en la animación, ya que su voz les resultaba “más fácil” de comprender y más “sintética” que la bibliografía. En cambio, en la clase IV del Aula B, la profesora postergó validar el conocimiento incipiente y mostró de qué modo los propios textos podían hacerlo, hizo lugar en clase a la lectura de un texto para interpretar en profundidad la animación, y reguló sostenidamente su uso para favorecer la comprensión del tema. Como correlato, los alumnos leyeron motu proprio textos que usualmente resultan demasiado difíciles, a partir de lo cual produjeron epígrafes que –sin ser copia literal– muestran un uso apropiado de nociones sofisticadas para describir procesos complejos de biología molecular.

Si bien a través del análisis de las interacciones no es posible afirmar que estas prácticas fueron fehacientemente aprendidas, sí se puede comprobar que la acción docente empezó a crear oportunidades para ello. Teniendo en cuenta que los alumnos del aula B provienen de familias en las que estas prácticas letradas con TIC académicas resultan inhabituales, la oportunidad de ejercerlas junto con la docente probablemente sea condición necesaria para llegar a apropiarse de ellas.

REFLEXIONES FINALES

En este trabajo nos propusimos caracterizar las circunstancias en que integrar a la enseñanza tareas de lectura, escritura e interpretación de animaciones logra involucrar a los alumnos en el aprendizaje de prácticas de estudio. Por medio de una investigación cualitativa de diseño didáctico, en la que se planificó, implementó, observó y audiograbó una secuencia didáctica sobre síntesis de proteínas, analizamos las interacciones entre docentes y alumnos en dos aulas de Biología de sendas escuelas secundarias.

Identificamos así qué acciones de los docentes favorecieron que los alumnos acudieran a leer para desarrollar una comprensión profunda de los conceptos sobre los que habrían de escribir, luego de aproximarse a una primera representación multimodal del contenido. Durante la implementación de un similar medio didáctico en cuatro oportunidades, distinguimos que lograron hacerlo sólo cuando el profesor postergó la institucionalización del conocimiento incipiente, devolvió la responsabilidad de fundamentarlo y ajustarlo mediante la lectura prácticas propias de los especialistas–, reguló *in situ* de qué modo utilizar los textos y acompañó a los alumnos para ejercer conjuntamente esta práctica de estudio. Por el contrario, en las oportunidades en que ese conocimiento incipiente fue completado a través de la exposición del profesor y convalidado prematuramente, los alumnos optaron por escribir sin consultar los textos, y lo hicieron pobremente.

Estos resultados extienden y especifican conocimientos provenientes de tres campos teóricos: el movimiento estadounidense WAC/WID –acerca de cómo actualizar el potencial epistémico de la lectura y la escritura en la escuela–, el de las teorías didácticas francesas (TSD/TAC) –sobre las condiciones que permiten en el aula ubicar a los estudiantes como productores de conocimientos, y no meros receptores de información–, y por último el de la integración en las aulas de las TIC –con usos genuinos como prácticas de estudio disciplinares–.

En este sentido, partimos de la necesidad de comprender qué decisiones didácticas contribuyen a que los alumnos accedan a usos epistémicos de la lectura, la escritura y otras TIC en las disciplinas, dado que investigaciones previas constatan que no cualquier forma de incluirlas lo facilita. Nuestros hallazgos muestran que, además de las tareas propuestas, deben considerarse las *funciones ejercidas por el profesor*. Según nuestro análisis, fue necesario que éste devolviera a los alumnos el problema de ampliar y validar su comprensión con ayuda de la lectura, al tiempo que regulaba cómo hacerlo, para que ellos encontraran sentido y supieran cómo leer para escribir sobre lo observado acerca del proceso de la síntesis de proteínas.

Está fuera del alcance del estudio realizado generalizar, como condiciones, las relaciones encontradas. No obstante, la contribución de este trabajo radica en haber identificado este patrón de la acción conjunta, que podrá ser sometido a prueba a través de estudios adicionales. La recurrencia hallada –que la institucionalización prematura del conocimiento obstaculiza que los alumnos acudan a leer para escribir y utilicen las TIC epistémicamente– no fue prevista durante el diseño de la secuencia didáctica. Por el contrario, fue el examen de lo ocurrido en clase lo que permitió redefinir la situación para volverla más formativa. El aporte del presente estudio consiste en haber especificado algunas acciones del profesor que resultan estériles o fecundas cuando se integran “nuevas y viejas” TIC para aprender ciencias en la educación secundaria, como forma de socializar a los estudiantes en prácticas tecnológicas letradas para que puedan participar en ellas. Nuestros resultados abren la puerta a nuevas investigaciones que permitan comprender el funcionamiento de situaciones de enseñanza diversas a las que desarrollamos pero con intervenciones docentes semejantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artigue, M.; Douady, R.; Moreno, L. y Gómez, P. (1995). *Ingeniería didáctica en educación matemática*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Ball, S.J. (2001). *You've been NERFed! Dumbing down the academy. National Education Forum's national strategy consultation paper: a brief and bilious response*. *Journal of Education Policy*, 16, 265-268.

Bannan-Ritland, B. (2003). *The role of design in research: The integrative learning design framework*. *Educational Researcher*, 32(1), 21-24.

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

Biesta, G. (2007). *Bridging the gap between educational research and educational practice: the need for critical distance*. *Educational Research and Evaluation*, 13, 295-301.

Brousseau, G. (2002). *Theory of didactical Situations in Mathematics*. New York: Kluwer.

Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Buenos Aires: El Zorzal.

Buty, C.; Tiberghien, A. y Le Marechal, J-F. (2004). *Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyze teaching learning sequences*. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 579-604.

Carter, M., Ferzli, M. y Wiebe, E.N. (2007). *Writing to learn by learning to write in the disciplines*. *Journal of Business and Technical Communication*, 21(3), 278-302.

Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.

Cobb, P.; Confrey, J.; diSessa, A.; Lehrer, R. y Schauble, L. (2003). *Design Experiments in Educational Research*. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.

Cuban, L. (2001). *Computer in the Classroom*. Londres: Harvard University Press.

De Micheli, A. T. y 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*. Fort Collins, Colorado: The WAC Clearinghouse and Parlor Press. Available at <http://wac.colostate.edu/books/wrab2011/>

Denzin, N.K. (1970). *Sociological Methods: a Source Book*. Chicago: Aldine Publishing Company Chicago.

Dussel, I. (2011). *VII Foro Latinoamericano de Educación: aprender y enseñar en la cultura digital*. Buenos Aires: Santillana.

Dysthe, O. (1996). *The Multivoiced Classroom: Interactions of Writing and Classroom Discourse*. *Written Communication*, 13 (3), 385-425.

Dysthe, O.; Bernhardt, N. y Esbjorn, L. (2013). *Enseñanza basada en el diálogo. El museo de arte como espacio de aprendizaje*. Dinamarca: Skoletjenesten.

Espinoza, A.; Casamajor, A. y Pitton, E. (2009). *Enseñar a leer textos de ciencias*. Buenos Aires: Paidós.

Guber, R. (2001). *La etnografía. Método, campo y reflexividad*. Buenos Aires: Norma.

Hand, B. (2012). *The Importance of Embedding Argument Within Science Classrooms*. In Swe Khine, M. (ed), *Perspectives on Scientific Argumentation: Theory, Practice and Research*. New York, NY: Springer.

Hand, B.M.; Prain, V.; Lawrence, C. y Yore, L.A. (1999). *Writing in Science Framework Designed to Enhance Science Literacy*. *International Journal of Science Education*, 10, 1021-1036.

Hohenshell, L.M. y Hand, B. (2006). *Writing to learn Strategies in Secondary School Cell Biology: A mixed method study*. *International Journal of Science Education*, 28(2/3), 261-289.

Jorba, J.; Gómez, I. y Prat, A. (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situaciones de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Barcelona: ICE UAB.

Kelly, A. y Lesh, R. (2000). *Handbook of research design in Mathematics and Science Education*. Mahwah: Erlbaum.

Kelly, A.; Lesh, R. y Baek, J. (eds.) (2008). *Handbook of Design Research Methods in Education*. NY: Routledge.

Langer, J.A. y Applebee, A.N. (2007). *How Writing Shapes Thinking: A Study of Teaching and Learning*. WAC Clearinghouse Landmark Publications in Writing Studies. Recuperado en: http://wac.colostate.edu/books/langer_applebee/ Originalmente publicado en 1987 por el National Council of Teachers of English, Urbana, Illinois.

Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

Lerner, D.; Aisenberg, B. y Espinoza, A. (2009). *La lectura en Ciencias Sociales y en Ciencias Naturales: objeto de enseñanza y herramienta de aprendizaje*. En Castorina, J.A. y Orce, V. (coords.). *Anuario del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación 2008*. Buenos Aires: Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA.

Maggio, M. (2016). *Enriquecer la enseñanza*. Buenos Aires: Paidós

Maxwell, J. (2005). *Qualitative research design: An interactive approach, second edition*. Thousand Oaks CA: Sage Publications.

Mortimore, P. (2000) Does Educational Research Matter? *British Educational Research Journal*, 26, 5–24.

Ochsner, R. y Fowler, J. (2004). *Playing Devil's Advocate: Evaluating the Literature of the WAC/WID Movement*. *Review of Educational Research*, 74 (2), 117-140.

Ong, W. (1997). *Oralidad y escritura. Tecnologías de la palabra*. México: Fondo de Cultura Económica.

Orange C. (2012). *Enseigner les sciences : problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. Bruxelles: De Boeck, collection.

Perelman, F.; Bivort, Ma. R.; Estévez, V.; Paganini, S.; Bertacchini, P. y Capria, P. 2009. Construcción de Criterios de Selección en Internet en Situaciones Didácticas: Un Estudio con Estudiantes de Escuela Primaria. *Revista Interamericana de Psicología*, 43, 496-506.

Pieters, J.M. y Jochems, W.M.G. (2003). Education and educational research: and ever the twain shall meet? *Pedagogische Studiën*, 80, 407-413.

Rickenmann, R. (2006). *Metodologías clínicas de investigación en didácticas y formación del profesorado: un estudio de los dispositivos de formación en alternancia*. Colombia: Congreso Internacional de Pedagogía, Investigación y Docencia, Universidad de Antioquia.

Rickenmann, R. (2007). Investigación y formación docente: dispositivos de formación y elementos para la construcción de una identidad profesional. *Ecos Revista Científica*, 9(2), 435-463.

Roni, C. y Carlino, P. (2013). *Qué hacen los docentes cuando quieren que sus alumnos lean para aprender ciencias*. México: XII Congreso Latinoamericano para el Desarrollo de la Lectura y la Escritura. IV Foro Iberoamericano de Literacidad y Aprendizaje.

Roni, C.; Rosli, N. y Carlino, P. (2010). *¿Cómo se lee y se escribe para aprender las asignaturas de la escuela secundaria? Hacia un estado del arte*. Buenos Aires: II Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología, XVII Jornadas de Investigación y Sexto Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR, Facultad de Psicología de la UBA.

Rosli N.; Carlino, P. y Roni, C. (2015). Retención escolar y educación de calidad: logros y desafíos pendientes en una escuela secundaria argentina. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 23 (102). <http://dx.doi.org/10.14507/epaa.v23>

Russell, D. (2002) Introduction: rearticulating articulation. In: Foster, D. and Russell, D (Eds) *Writing and Learning in Cross-National Perspective: Transitions from Secondary to Higher Education*. Urbana, IL: NCTE Press

Sadovsky, P. (2005). *La Teoría de las Situaciones Didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la matemática*. En Alagia, H.; Bressan, A. y Sadovsky, P. *Reflexiones teóricas para la Educación Matemática*. Buenos Aires: Zorzal.

Salomon, G. (1992) *Las diversas influencias de la tecnología en el desarrollo de la mente*. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, 58, 143-159.

Sandoval, W.A. (2004). *Developing learning theory by refining conjectures embodies in educational designs*. *Educational Psychologist*, 39, 213-223

Sanmartí, N. (coord.). (2003). *Aprender ciències tot aprenent a escritura ciència*. Barcelona: Ediciones 62.

Sawyer, R.K. (Ed.) (2006). *The Cambridge Handbook of the Learning Science*. Nueva York: Cambridge University Press.

Sensevy, G. y Mercier, A. (2007). *Agir ensemble: l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Rennes: PUR.

Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles: De Boeck.

Sensevy, G. (2012). *About de Joint Action Theory in Didactics*. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15(3), 503-516.

Serres, M. (2014). *Pulgarcita*. Barcelona: Gedisa.

Sutton C. (2003). *Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje*. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 21-25.

Tynjälä, L.; Mason, K. y Lonka, K. (Eds.). (2001). *Writing as a Learning Tool: Integrating Theory and Practice*. Dordrecht, Boston y London: Kluwer Academic Publishers

Vanderlinde, R. y van Braak, J. (2010). *The gap between educational research and practice: views of teachers, school leaders, intermediaries and researchers*. *British Educational Research Journal*, 36 (2), 299–316.

Wells, G. (1990). *Creating the Conditions to Encourage Literate Thinking*. *Educational Leadership*, 47(6), 13-17.

PARA SEGUIR LEYENDO...

Research on Writing: Multiple Perspectives. Sylvie Plane, Charles Bazerman, Fabienne Rondelli, Christiane Donahue, Arthur Applebee, Catherine Boré, Paula Carlino, Martine Marquilló Larruy, Paul Rogers y David Russell (Eds.). (2017). Fort Collins, Colorado: The WAC Clearinghouse and CREM. <https://wac.colostate.edu/books/wrab2014/>

Trabajos seleccionados presentados al congreso Writing Research Across Borders III, realizado en febrero de 2014 en Paris, organizado por la Université Paris-Ouest Nanterre La Défense y la ISAWR.

Lectura y escritura, un problema asunto de todos. Carlino, Paula y Martínez, Silvia (Coords.). Neuquén: Universidad Nacional del Comahue, mayo 2009. ISBN 978-987-604-123-2.

Libro declarado de interés educativo por el Honorable Senado de la Nación con fecha 8 de julio de 2009, Expte. S.-1627/0 y de interés educativo y cultural por la Legislatura de la provincia de Río Negro N° 189/2009 el 27 de agosto de 2009. Recopila experiencias de docentes de nivel secundario y universitario con sus fundamentos teórico-pedagógicos.

Writing Programs Worldwide: Profiles of Academic Writing in Many Places (2012). Chris Thaiss, Gerd Bräuer, Paula Carlino, Lisa Ganobcsik-Williams y Aparna Sinha (Eds.)

El libro analiza las experiencias de 40 universidades de los cinco continentes que se ocupan de la enseñanza de la escritura académica requerida para participar en las asignaturas. Puede descargarse libremente desde: <http://wac.colostate.edu/books/wpww/>

Leer y escribir para aprender en las diversas carreras y asignaturas de los IFD que forman a profesores de enseñanza media: concepciones y prácticas declaradas de los formadores de docentes. Carlino, P. (Dir.), Iglesia, P., Bottinelli, L., Cartolari, M., Laxalt, I. y Marucco, M. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación, 2013. E-Book.

Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica. Paula Carlino. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2005.

¿Por qué los alumnos no participan en clase, parecen leer poco, comprenden mal y se expresan confusamente por escrito? El libro aborda estas preguntas y analiza los supuestos desde los que se las formulan para reconceptualizar las cuestiones en juego y revertir la situación a través de una enseñanza que espabila a los alumnos y redefine la acción docente. El libro lleva 7 reimpresiones, con más de 15.700 ejemplares editados.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

<https://sites.google.com/site/giceolem2010/>

Este sitio fue creado para todos aquellos investigadores, docentes y autoridades educativas interesados en conocer los avances de las investigaciones que se realizan en el GICEOLEM, Grupo para la Inclusión y Calidad Educativas a través de Ocuparnos de la Lectura y la Escritura en todas las Materias. Con un equipo pluridisciplinar -integrado por pedagogos, lingüistas, psicólogos, biólogos y una Prof. de Matemática- estudiamos las relaciones entre enseñar, aprender, leer y escribir en diversas disciplinas del nivel secundario, superior y de posgrado. Nuestra contribución principal apunta a mostrar de qué modos la lectura y la escritura pueden enseñarse en contexto y con sentido en todos los niveles educativos y en todas las áreas disciplinares, evitando ejercitaciones que fragmentan y desvirtúan las prácticas sociales de leer y escribir.

<http://www.isawr.org/>

ISAWR Web site de la International Society for the Advancement of Writing Research, fundada Charles Bazerman y pesidida por Paul Rogers