

# Enseñanza de la estructura y función celular

## Modelamiento bajo una metodología constructivista

Alejandro Rocha

Se describe una estrategia de enseñanza basada en el ABP, donde estudiantes chilenos del MN1 (3.º de ESO en España), reunidos en parejas, previa investigación sobre la estructura de una célula eucarionte, elaboran un modelo celular cuyas características deben permitirles defender las relaciones funcionales entre sus partes, en una situación posterior de coevaluación con sus pares. La experiencia sigue una metodología constructivista, en la línea vigotskiana.

▣ **PALABRAS CLAVE:** modelamiento, constructivismo, zona de desarrollo próximo, estructura y función celular, ABP.

Las dificultades a que se enfrenta la enseñanza de las ciencias hacen necesario que los docentes exploren permanentemente estrategias para producir aprendizajes significativos y duraderos. Sobre todo, es importante que las concepciones y los modelos alternativos con que los estudiantes interpretan el mundo puedan ser integrados con los modelos científicos, más sofisticados y abstractos. Una forma de establecer un puente entre

ambas concepciones podría consistir en hacer que los estudiantes, habiéndose informado previamente, constru-

yan modelos físicos, de características lo más cercanas posible al modelo científico que se pretende reproducir.

*Es necesario que los docentes exploren permanentemente estrategias para producir aprendizajes significativos y duraderos*



Imagen 1. Modelo de célula

Sin embargo, una actividad como esta, si se organiza simplemente a partir de instrucciones dadas por el docente, a modo de receta, puede convertirse en un ejercicio de valor puramente artístico, que no conduzca a aprendizaje alguno sobre los conceptos, las habilidades y las actitudes científicas que eran originalmente su finalidad.

Por el contrario, si se plantea al estudiante un problema clave cuya respuesta solo puede hallarse con la construcción de un modelo científico, la tarea de indagar acerca de las características representadas surge por sí misma, como una necesidad conceptual, procedimental y actitudinal. En esta línea, hemos adoptado la metodología ABP, orientada al constructivismo sociohistórico de Vigotsky, como patrón de organización de una actividad de construcción de un modelo físico de célula con el fin de facilitar en los estudiantes el aprendizaje del contenido «Estructura y función de la célula eucarionte», poner en juego la motivación, promover el desarrollo de la autonomía, la metacognición y la autorregulación, así como incentivar el trabajo colaborativo.

### Antecedentes teóricos

Puesto que el ABP se caracteriza por asignar protagonismo al estudiante promoviendo un aprendizaje significa-

*El énfasis en la interacción social dado por la mediación de los demás estudiantes se halla enriquecido por la alternancia de roles en los que los jóvenes actúan eventualmente como evaluadores del trabajo de sus pares*

### OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD

- > Facilitar el aprendizaje del contenido «Estructura y función de la célula eucarionte», unidad 1: «La célula, unidad básica de los seres vivos» (MINEDUC, 2010).
- > Estimular las disposiciones afectivas de los estudiantes con el fin de movilizarlos hacia el aprendizaje.
- > Promover el desarrollo de habilidades y competencias que favorezcan la autonomía, la metacognición y la autorregulación.
- > Incentivar el trabajo colaborativo en equipos, con el fin de dar oportunidad a la valoración de su eficacia y a la práctica de valores transversales (tolerancia, respeto, sociabilidad, etc.).

tivo por medio de actividades de indagación que él mismo debe llevar a cabo, por el uso de problemas como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos, y por inducir en los estudiantes el desarrollo de habilidades y competencias que favorecen la autonomía, la metacognición y la autorregulación (Morales y Landa, 2004), incorpora de manera natural la concepción constructivista social inaugurada por Vigotsky (1979), que ha mantenido, hasta nuestros días, la relevancia de lo que un niño puede llegar a aprender por la mediación de otros, en la denominada *zona de desarrollo próximo*: ZDP (Longhi, 2000).

En la actividad implementada aquí, el énfasis en la interacción social dado por la mediación de los demás estudiantes se halla enriquecido por la al-

ternancia de roles en los que los jóvenes actúan eventualmente como evaluadores del trabajo de sus pares. El punto de vista constructivista de la actividad se pone de manifiesto en los procesos cognitivos a que obliga el carácter protagónico que debe asumir el estudiante. Vale decir que, al tener que abordar el aprendizaje como una situación-problema, «los estudiantes llegan a la comprensión por la selección activa y la construcción acumulativa de su propio conocimiento, antes que por la recepción y acumulación del conocimiento procesado por otros [por ej.: el profesor]» (Iglesias, 2002).

Ahora bien, una de las dificultades clave en la alfabetización científica de los estudiantes tiene relación con las diversas representaciones alternativas que tienen los alumnos y las alumnas sobre el mundo natural y las representaciones validadas por la ciencia. La enseñanza de las ciencias choca contra aquellos modelos mentales cotidianos, difíciles de remover, lo cual, según algunos, sería innecesario si es posible integrarlos con los modelos científicos (Pozo y

Gómez Crespo, 2000). Así, una estrategia de modelización, o representación analógica, puede servir de puente entre los modelos cotidianos alternativos de los estudiantes y los sofisticados modelos científicos (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001).

### Recursos

La actividad exige que cada pareja de estudiantes cuente con una caja de plastilina de un mínimo de cinco colores, una base de cartón grueso, silicona (optativo), hojas impresas para calificar, lápices de pasta (bolígrafos), texto de biología de 1.º de medio del MINEDUC y otras fuentes diversas de información, tales como libros de biología celular, enciclopedias, revistas, recortes de diario, ordenadores portátiles, tabletas o móviles con conexión wifi, etc.

### Descripción de la actividad

El trabajo se implementó en estudiantes de tres cursos de 1.º nivel medio del Colegio Aurora de Chile, un colegio con dependencia particular subvencionada, ubicado en la comuna de Chiguayante, Región del Bío Bío (Chile). El centro atiende a unos 600 estudiantes de enseñanza media de la comuna, cuyo nivel socioeconómico es medio-bajo, y cuenta con una plantilla de 22 docentes. Los cursos tienen entre 40 y 42 estudiantes, de entre 13 y 14 años de edad.

En las actividades de aprendizaje basadas en ABP que se implementaron en el contexto referido, se siguió una secuencia de tres clases.

### Clase 1 (de 45 minutos)

**1** Al inicio se contempló una tarea de motivación. Evocando los hallazgos de Hooke, Schleiden, Schwann, Virchow y Pasteur, y los supuestos de la teoría celular, al tiempo que se les pedía que mirasen su piel, se preguntó a los estudiantes: «¿Cómo se imaginan que es una célula?». Se recogieron opiniones, se sondearon posibles fuentes cotidianas de información que podrían haber inducido estas imágenes y se condujo la atención a la relación de tales imágenes con la idea de modelo y su valor descriptivo y predictivo. Se puso en evidencia que no cualquier representación de una célula explica su forma o su metabolismo (las reacciones de síntesis y de degradación de moléculas que se suceden en su interior), y que esa era la diferencia entre un modelo y una obra de arte.

**2** Se planteó a los estudiantes que reflexionaran sobre qué necesitaban saber para poder construir un modelo de célula (imagen 1, p. 29) y no una simple obra de arte. Se discutieron las características distintivas y se concluyó que debían conocerse los distin-

tos procesos que permitían a la célula mantenerse viva. Una vez adquirido este conocimiento sobre los requerimientos básicos para la vida (nutrición, producción de energía, respuesta a estímulos, mantenimiento del equilibrio interno, crecimiento, reproducción, etc.), podría entenderse por qué las estructuras y organelos de la célula eucarionte existían y por qué tenían determinadas características.

**3** La primera tarea fue plantearse investigar sobre las características de las estructuras y organelos de la célula eucarionte y cómo las funciones que realizan explican dichas características.

**4** Se solicitaron los materiales que cada pareja de estudiantes debía traer para la próxima clase.

### Clases 2 y 3 (de 90 minutos)

**1** Se recordaron las reflexiones de la clase anterior sobre la idea de modelo en ciencia, sus diferencias con otras construcciones y lo que hacía falta averiguar de sus estructuras para entender cómo es posible que viva, es decir, que tenga metabolismo.



Imagen 2. Representación de una célula vegetal (izquierda) y de una animal (derecha)

**2** Se revisaron los materiales solicitados para calificar (véase «Evaluación»).

**3** Organizados en parejas, los estudiantes escogieron el tipo de célula que representar (animal o vegetal) e iniciaron la construcción de sus respectivos modelos (imagen 2, en la página anterior).

**4** El profesor supervisó la tarea, hizo observaciones a las estructuras que iban siendo elaboradas por los estudiantes y, de acuerdo con lo discutido respecto al concepto de modelo, pidió que acogieran más las descripciones escritas que los dibujos.

**5** Muchos estudiantes no completaron su trabajo, cuya finalización quedó pendiente para la clase siguiente. Al final de esta clase, el profesor explicó la modalidad de evaluación que iba a emplear en la actividad final, sus ventajas e inconvenientes.

**Evaluación**

La evaluación de la actividad, en sus aspectos conceptuales referidos a la elaboración del modelo, procedió mediante dos modalidades: coevaluaciones realizadas por los propios estudiantes entre sí y heteroevaluaciones realizadas por el profesor. El instrumento único para esta evaluación es la pauta presentada en la imagen 3.

Cada estudiante recibió una pauta en la que debía anotar su nombre, su curso y los apellidos de sus compañeros agrupados en parejas. El curso era dividido en dos grupos por el profesor, de modo

*La evaluación de la actividad, en sus aspectos conceptuales referidos a la elaboración del modelo, procedió mediante dos modalidades: coevaluaciones realizadas por los propios estudiantes entre sí y heteroevaluaciones realizadas por el profesor*

que, durante cuarenta minutos, unos hacían de evaluadores y otros de evaluados; luego, intercambiaban roles. Al final, el profesor recogió las hojas y evaluó el desempeño de todos los estudiantes de acuerdo a los desempeños observados y calificados en la rúbrica. Se destinó un bloque de dos horas pedagógicas (90 minutos) para esta actividad de evaluación (imagen 4).

*La evaluación de los aspectos procedimentales y actitudinales se llevó a cabo mediante una rúbrica global.*

Las actividades de evaluación ocuparon un bloque de dos horas pedagógicas (90 minutos). La actividad completa, incluida la evaluación, se desarrolló a lo largo de cuatro clases y ocupó un total de siete horas pedagógicas (315 minutos).

**Conclusiones**

La experiencia pedagógica presentada permitió reflexionar sobre distin-

tos aspectos, referidos a la aplicación de la metodología ABP en combinación con el modelado de la célula eucarionte.

En primer lugar, el trabajo desarrollado mediante la metodología ABP, en esta modalidad combinada con el modelamiento, efectivamente cumplió con motivar a los estudiantes, aumentando su interés y familiaridad con el contenido. También se pudo apreciar el trabajo colaborativo en el aporte de fuentes y en la búsqueda de antecedentes; por lo tanto, es indudable la puesta en juego de valores transversales ligados a la convivencia. En segundo lugar, las habilidades y competencias que favorecen la autonomía, la metacognición y la autorregulación no son desarrollos que puedan observarse de inmediato; pero hubo comportamientos que apuntaban en dirección a la autonomía. La mayoría de las parejas trabajaron casi exclusivamente con la información de

CRITERIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
Nombre: Nicola Andrea H.																						50
																						55
																						60
																						55

Imagen 3. Pauta de evaluación

Colegio Aurora de Chile

La metodología ABP

Principios metodológicos

S



Colegio Aurora de Chile

Imagen 4. Actividad de coevaluación

sus fuentes y fueron pocas las preguntas hechas al profesor. Claro que no se observó metacognición y la autorregulación quedó siempre restringida al cumplimiento de tareas y materiales. Por otro lado, el profesor debió hacer observaciones, repetidas veces, sobre las estructuras construidas, ya que los estudiantes tendían a imitar las figuras de los libros, olvidando lo razonado previamente en torno a la mayor importancia de las funciones descritas, por ser evocadoras más precisas de una estructura subcelular peculiar. Y en tercer lugar, aunque los estudiantes acogieron con entusiasmo la actividad y la evaluaron positivamente, no queda tan claro hasta qué punto esta, por sí sola, ha sido suficiente para facilitar el aprendizaje del contenido tratado.

Hubo, sin duda, una familiarización con los conceptos del contenido. Sin embargo, evaluaciones posteriores evidenciaron cierto grado de pérdida de dichos conceptos.

Un análisis desde el ciclo constructivista del aprendizaje permite concluir que esta actividad satisface bien las etapas de exploración e introducción del contenido «Estructura y función de la célula eucarionte», pero necesita actividades complementarias que tributen a la sistematización e incluso a la aplicación de los conceptos introducidos. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001): «Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico».

*Enseñanza de las Ciencias* [en línea], vol. 19(2), pp. 231-242. <<http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v19n2p231.pdf>>.

IGLESIAS, J. (2002): «El aprendizaje basado en problemas en la formación inicial de docentes». *Perspectivas* [en línea], vol. 32(3), pp. 1-17. <[http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS\\_METODOLOGIAS/ABP/igless\[1\].pdf](http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/ABP/igless[1].pdf)>.

LONGHI, A.L. DE (2000): «El discurso del profesor y del alumno: análisis didáctico en clases de ciencias». *Enseñanza de las ciencias* [en línea], vol. 18(2), pp. 201-216. <<http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v18n2p201.pdf>>.

GOBIERNO DE CHILE. MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2010): *Biología. Programa de estudio*. Santiago de Chile. Unidad de Currículum y Evaluación.

MORALES, P.; LANDA, V. (2004): «Aprendizaje basado en problemas». *Theoría* [en línea], núm. 13, pp. 145-157. <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/299/29901314.pdf>>.

PÉREZ, J., y otros (2004): *Introducción del aprendizaje basado en problemas (ABP) en la titulación de biología* [en línea]. Barcelona. Universidad Pompeu Fabra. <[www.redined.mec.es/oai/indexg.php?registro=00820071000015](http://www.redined.mec.es/oai/indexg.php?registro=00820071000015)>

POZO, J.I.; GÓMEZ CRESPO, M.A. (2000): *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid. Morata.

VIGOTSKY, L.S. (1979): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona. Crítica.

HEMOS HABLADO DE:

- Principios metodológicos.
- Aprendizaje significativo.
- Didáctica de la célula.
- Coevaluación.
- Constructivismo.

AUTOR

**Alejandro Rocha Narváez**  
Colegio Aurora de Chile. Chiguayante (Chile)  
[ale10179@gmail.com](mailto:ale10179@gmail.com)

Este artículo fue solicitado por AULA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA en junio de 2012 y aceptado en septiembre de 2012 para su publicación.