

Dificultades en la construcción del concepto de célula. Una indagación en escuela primaria

Valeria Edelsztein¹ , Lydia Galagovsky²

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

^{1,2}Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), Grupo de Investigación en Aprendizaje y Didáctica de las Ciencias Naturales y Química (GIADiCIeNQ), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires (UBA), Ciudad Universitaria, Pabellón II, 1428, Buenos Aires, Argentina.

¹valecaroedel@yahoo.com, ²lyrgala@qo.fcen.uba.ar

Resumen

El concepto *célula* es fundamental para la comprensión de la organización biológica. Sin embargo, existen muy pocas investigaciones acerca de las representaciones que poseen al respecto los alumnos de escuela primaria pese a que es, en este ciclo, cuando aprenden dicho concepto por primera vez. En este trabajo indagamos acerca de qué modelos explicativos construye sobre la célula un grupo de estudiantes de quinto grado (10-11 años). Los resultados obtenidos permiten poner en evidencia cómo, durante el proceso de aprendizaje inicial, pueden organizarse modelos mentales erróneos en los niños. Estos modelos idiosincrásicos podrían tomar el carácter de futuros obstáculos epistemológicos de aprendizaje y constituirse en ideas previas erróneas que darían cuenta del origen de los errores y las dificultades en la comprensión del concepto *célula* en los estudiantes de secundaria.

Palabras clave: Célula, Modelo, Escuela primaria, Enseñanza de las ciencias.

Introducción

En la actividad de enseñanza escolar de ciencias naturales el proceso de modelización debería ser un aspecto cognitivo relevante a desarrollar. Con este objetivo, las ideas previas de los estudiantes, en articulación con la nueva información a ser aprendida, deberían finalmente conducir a procesos cognitivos de aprendizaje que permitan que los individuos comprendan explicaciones y hagan predicciones (Izquierdo, 2003).

Este tipo de construcción cognitiva modelizadora requiere de una visión conceptualmente integradora que se vaya construyendo poco a poco, donde, en forma paulatina, proposiciones semánticas aisladas provenientes de la enseñanza pudieran adquirir sentido para cada sujeto, embebiéndose dentro de un contexto de significación que debería ser correcto desde el punto de vista de la ciencia erudita.

En investigaciones previas en nivel de escuela primaria hemos revelado que los estudiantes tienden a construir modelos mentales explicativos y funcionales frecuentemente erróneos. En este trabajo se presenta una indagación acerca de los modelos explicativos que construyen, sobre el concepto de *célula*, un grupo de estudiantes que lo aprenden por

primera vez en quinto grado de escuela primaria (10-11 años) y su posible constitución cognitiva como futuros obstáculos epistemológicos de nuevos aprendizajes

Referentes Teóricos

El concepto *célula* es fundamental en la biología para la comprensión de la organización biológica y del concepto de *ser vivo*. Sin embargo, investigaciones sobre las representaciones del alumnado de escuela secundaria y primeros años de universidad muestran que su construcción continúa siendo deficiente y limitada, pese a los esfuerzos docentes. En un amplio trabajo de revisión, Palmero (2000) encontró que un 70% de los trabajos analizados identifican fallas de comprensión sobre el concepto célula. Las dificultades de los alumnos se relacionan, principalmente, con su composición y funcionamiento, y se detectan problemas de apreciación de las dimensiones. Investigaciones recientes confirman dichas dificultades (Ospina, 2017). Además, se ha observado que los alumnos no tienen una representación mental clara de la célula que parecería estar altamente influenciada por las imágenes de los libros de texto y que un porcentaje elevado considera que ni las plantas ni los hongos se componen de células (Banet, 2000).

Teniendo en cuenta que es en la escuela primaria cuando comienzan a trabajarse los conceptos de célula y ser vivo, es llamativo que, si bien hay numerosas propuestas pedagógicas para su enseñanza, existen muy pocas investigaciones que estudien los modelos explicativos que construyen los alumnos sobre estos conceptos (Macnab, 1991; Maldonado, 2009).

Desarrollo

a. Metodología de trabajo

En la actividad de enseñanza escolar La investigación involucró dos instancias. En una primera fase, se realizaron observaciones de 5 clases de 120 minutos cada una, durante las cuales se impartió la enseñanza del tema *Célula* a un grupo mixto de 15 estudiantes de 5to grado (10-11 años) de una escuela primaria de gestión privada de la Ciudad de Buenos Aires, con población de sustrato socio-económico medio. Una descripción de estas clases excede el objetivo del presente trabajo; solo se presentarán en el apartado siguiente los puntos relevantes y pertinentes.

En una segunda fase, un mes después de la última clase, se aplicó a los 15 alumnos un instrumento *ad hoc* de investigación, que constaba de varias preguntas con el formato de un enunciado y una secuencia de opciones entre las que, cada estudiante, podía marcar todas aquellas que les parecieran correctas. En este trabajo solo se presentará el análisis a las respuestas de uno de los enunciados. Así mismo, se mostrarán en apartados siguientes sólo algunas respuestas completas de los estudiantes pues son las pertinentes al análisis sobre la modelización del concepto de célula.

b. Fases de investigación

Fase 1: Evidencias sobre obstáculos en el procesamiento del discurso docente y de la información de textos escolares

Durante la fase de observaciones de clases se constató que la docente exploró las ideas previas de los estudiantes sobre el concepto de célula y trabajó con abundante material de enseñanza y con lecturas en clase de información proveniente de distintos libros de texto escolares.

La docente repitió el concepto de "*la célula como mínima unidad de la vida*" en varias oportunidades, a lo largo de las clases. Sin embargo, los estudiantes pusieron en evidencia dificultades para comprender el significado de dicho sintagma. A continuación se presentan 4 relatos breves para sustentar dichas evidencias:

a) Luego de volver a definir la célula como la mínima unidad de vida, la maestra (M) ratificó que todos los seres vivos están formados por células. Dos alumnos (A) comentaron sin obtener respuestas:

A1: "Entonces... si todos los seres vivos tienen células, ¿las células están vivas? Porque... ¡no tienen células adentro!..."

A2: "¡No todos los seres vivos tienen células!... Porque las células están vivas y no tienen células".

b) En otra oportunidad se produjo el siguiente intercambio:

M: La unidad vital más pequeña es la célula. ¿Qué significa esto?

A1: Que es la más chica.

A2: Que la necesitamos para vivir.

A3: Que es una cosa muy importante para la vida.

A4: Que está viva.

A5: Que no tiene células adentro de la célula.

M: Que no tiene células adentro, que ella misma es esa unidad. Lo que está adentro de las células ¿podría existir solo y tener vida? No. Tiene que estar todo este conjunto para que pueda tener vida.

A6: Pero, entonces, ¿de qué están hechas las células de las células?

De este intercambio puede deducirse que los sentidos que dan los estudiantes al sintagma están relacionados con el tamaño y con su importancia para la vida, pero el significado de "unidad vital" refiere a funciones vitales, de tal forma que "célula" califica todavía como concepto aún si esas funciones vitales ya hubieran fenecido. Es decir, este intercambio debería remitir a ideas profundas, pero se banaliza en superficialidades que no le otorgan contenido científico preciso.

c) Frente al título de uno de los textos "Si está vivo, tiene células", la maestra indagó:

M: ¿Están de acuerdo con el título? ¿Hay algo que puede ser que no esté vivo pero que tenga células?

A: Sí, puede haber. Animales muertos, plantas...

M: ¿Siguen teniendo células los que se murieron? Sí, pero no están vivas.

La docente misma dio la respuesta y se amparó en la respuesta de un solo alumno; con eso terminó la discusión. Sin embargo, los estudiantes se quedaron con dudas al respecto que expresaron entre ellos en voz baja.

d) La docente explicó las diferencias entre células procariotas y eucariotas y, entre todos, leyeron un texto informativo al respecto, con sus respectivos dibujos y el señalamiento de que los antibióticos sólo atacan a las células procariotas. Al discutir las estructuras subcelulares, la maestra hizo hincapié en "*el núcleo como una parte que contiene información muy importante para cualquier ser vivo*", sin distinguir explícitamente el caso de las células procariotas. El siguiente registro da cuenta de ello:

M: Cuando miraron las imágenes al microscopio en las computadoras, vieron que había células en la hoja de la cebolla, una al lado de otra y tenían como un puntito. Ese puntito es el núcleo y contiene una información muy pero muy importante para cualquier ser vivo porque permite que se copien sus características para que se reproduzcan de la misma forma.

M: Palabras nuevas: citoplasma, núcleo y el material hereditario que también se llama ADN. Si yo les pregunto ¿este ADN en qué parte de la célula de la cebolla está?

A: En el núcleo

M: Bien. El núcleo es una parte importante de la célula justamente porque contiene el ADN.

En este discurso la maestra remite a clases previas, pero no retoma el concepto diferencial de células procariotas y eucariotas y la significación particular de tener -o no- núcleo, o ADN.

Concluida la fase de observación de las cinco clases en que se enseñó el tema, se decidió indagar cómo habrían procesado cognitivamente los estudiantes la información recibida y qué modelos mentales habrían podido construir.

Fase 2: Resultados y discusión

A fin de indagar cómo los alumnos habrían incorporado -o no- modelos mentales correctos sobre la información recibida durante la enseñanza, se preparó un cuestionario *ad hoc* con preguntas y presentación de múltiples opciones de respuestas, donde los estudiantes debían marcar todas las opciones que les parecieran correctas.

En la Tabla 1 se presenta una de las preguntas cuya estructura consistía en el disparador "Las células..." y a continuación 10 opciones de respuestas para completar la oración (*columna izquierda, opciones a-j*). Las columnas centrales registran los patrones individuales de respuestas de 7 estudiantes (*numerados aleatoriamente E1 a E7*). En la columna derecha se indican los porcentajes de elección totales provenientes de los 15 estudiantes. La suma de porcentajes supera el 100% porque era posible seleccionar más de una opción. La utilización de porcentajes es a fines exclusivamente comparativos, ya que los valores no pretenden ser importantes en sí mismos ni generalizables a otras poblaciones, sino que permiten ser utilizados como evidencias para analizar los modelos explicativos construidos por los estudiantes.

Las opciones marcadas en verde (*b, f, i, j*) son las científicamente correctas. Dentro de ellas, la opción *f* es pura lógica, ya que la disyuntiva "vivas o muertas" abarca el 100% de los casos y, por lo tanto, esta opción es siempre verdadera. La opción *b* había sido un latiguillo ampliamente repetido durante las clases y en el libro de texto. La opción *i* está escrita en el texto como relación inversa: "plantas y animales están formados por células" y también queda incluida, al igual que la opción *j* en el texto "Si está vivo, tiene células", que fue leído en clase y discutido por la docente.

| Las células... | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | % |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| a. están vivas si tienen adentro otras células vivas. | | | | | | | | 20 |
| b. son lo más pequeño que existe con vida. | | | | | | | | 33 |
| c. están vivas si tienen virus adentro. | | | | | | | | 13 |
| d. están vivas si tienen núcleo. | | | | | | | | 67 |
| e. siempre están vivas. | | | | | | | | 13 |
| f. pueden estar vivas o muertas. | | | | | | | | 87 |
| g. son destruidas por medicamentos antibióticos. | | | | | | | | 40 |
| h. están vivas si tienen sangre. | | | | | | | | 13 |
| i. forman parte de los animales, vegetales y otros seres vivos. | | | | | | | | 27 |
| j. pueden ser hongos. | | | | | | | | 27 |

Tabla 1. Respuestas de estudiantes al cuestionario ad hoc. En verde se indican las respuestas correctas desde el punto de vista científico.

La opción lógica f fue ampliamente elegida (87%), excepto por los estudiantes E1 y E4. Las opciones elegidas por estos estudiantes revelan que han construido la idea de que las células están siempre vivas, aunque dicho modelo mental difiere para cada uno en sus condicionamientos. En el caso del estudiante E1 (*opciones b y d*): “*las células son lo más pequeño que existe con vida y están vivas si tienen núcleo*”. Para el estudiante E4 (*opciones a, d, e, g*): “*las células están vivas si tienen adentro otras células vivas, están vivas si tienen núcleo, siempre están vivas y son destruidas por antibióticos*”.

La opción d fue la segunda más elegida por los estudiantes (67%). Esto significa que ellos han construido la idea de que “*las células están vivas si tienen núcleo*”; es decir, no distinguieron la premisa presentada en clases y en el libro de texto sobre la diferencia entre células procariotas y eucariotas. Es muy posible que esta idea haya sido reforzada por el discurso docente acerca de la importancia del núcleo como continente del material hereditario.

La opción g fue elegida por el 40% de los estudiantes. La diferencia conceptual entre eucariotas y procariotas debía estar asociada al modelo correcto en el que las bacterias son atacadas por antibióticos medicinales pero no así las células del cuerpo humano, tal como se había leído del texto escolar; sin embargo, estos estudiantes no construyeron en sus mentes este aspecto del modelo científico.

Las opciones *b, i y j* fueron elegidas por el 33% y el 27%, respectivamente. Es decir, a pesar de la reiteración de esta información proveniente tanto en el discurso de la maestra como de la lectura del texto escolar, estas opciones científicamente correctas tuvieron un muy bajo porcentaje de elección.

Conclusiones

En este trabajo se ha indagado acerca de los modelos mentales sobre el concepto de célula que fueron construidos por un grupo de alumnos, a partir de su enseñanza en quinto grado de escuela primaria (10-11 años). Los resultados obtenidos han puesto en evidencia que desde el proceso de enseñanza inicial del concepto de célula los estudiantes tienen dificultades para procesar información, tanto del discurso docente como proveniente de distintos textos escolares.

Los términos “unidad” y “vital” tienen connotaciones biológicas de alto nivel de conceptualización. La repetición reiterada de definiciones, aún con ejemplificación y ayuda de dibujos, no lograron generar un marco de significación “correcta” desde el punto de vista científico para la mayoría de los estudiantes; sin embargo, los niños pusieron en evidencia que en su esfuerzo por hacer inteligible el discurso, ellos pudieron dar sentido a lo que veían y escuchaban generando modelos mentales idiosincrásicos alternativos.

Estos modelos mentales detectados durante la formación del concepto “célula” -ante su primera enseñanza- podrían ser considerados como potenciales futuros obstáculos de aprendizaje. La construcción de representaciones en las que se establece que todas las células tienen núcleo, que los hongos o las plantas no son seres vivos (y, por ende,

no están formados por células) o que una célula puede estar formada por otras células, podrían dar cuenta del origen de los errores de estudiantes de secundaria, que han sido relevados en numerosas investigaciones previas (Banet, 2000; Palmero, 2000; Ospina, 2017). El presente trabajo revela, por lo tanto, que las "ideas previas erróneas" de aquellos estudiantes podrían provenir de dificultades de procesamiento inicial del propio discurso escolar.

Es fundamental que, como docentes, reflexionemos acerca de la importancia de construir contextos de significación adecuados desde el punto de vista científico para enmarcar los conceptos que enseñamos, en un esfuerzo de intercambio entre el discurso de la enseñanza y la capacidad de su procesamiento cognitivo y de otorgamiento de sentido por parte de los niños. La idea de que ideas previas erróneas puedan generarse a partir del propio discurso escolar debería confrontar a los docentes con el cuestionamiento sobre qué contenidos resultan ser apropiados para enseñar a cada edad. Es decir, la selección de contenidos, las formas de presentar el discurso de enseñanza, y la calidad de su procesamiento cognitivo por parte de los niños deben ser considerados elementos indispensables para la reflexión didáctica sobre el trabajo a realizar en el aula con el fin de prevenir la instalación y refuerzo de modelos mentales erróneos en los jóvenes estudiantes novatos.

Referencias Bibliográficas

- Banet, E. y Ayuso, G. E. (2000). Teaching Genetics at Secondary School: a strategy for teaching about the localitation of Inheritance information. *Science Education*, 84 (3):313-351.
- Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science & Education*, 12 (1):27-43.
- Macnab, W.; Hansell, M. H. y Johnstone, A. H. (1991). Cognitive style and analytical ability and their relationship to competence in the biological sciences. *Journal of Biological Education*, 25 (2):135-139.
- Maldonado Galdeano, G. y Rossetto, M. (2009). Investigación – acción en el aula de ciencias. Evolución del conocimiento infantil sobre células. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias: 1746-1749.
- Ospina Quintero, N. y Galagovsky, L. (2017). La célula modelizada: una reflexión necesaria en el ámbito de la enseñanza. *Revista Química Viva*, 16 (2):41-63.
- Palmero, M. L. R. (2000). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la Biología y la investigación en el estudio de la célula. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5 (3): 237-263.