

LOS TEJIDOS BIOLÓGICOS, UNA ENTIDAD COMPLEJA: DESDE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA A LA TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA

Laura Peresan

*Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental (DBBE), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires
Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales (GEHyD), Instituto de Investigaciones Centro de Formación
e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CeFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires*

Agustín Adúriz-Bravo

*Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales (GEHyD), Instituto de Investigaciones Centro de Formación
e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CeFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina*

RESUMEN: En los ambientes educativos se observa con frecuencia ausencia de claridad entre los niveles de organización de la materia viva, en especial en el recorte que atañe células, tejidos y órganos. Es usual la falta de discernimiento teórico y la imposibilidad de identificación visual del nivel tisular en las prácticas de laboratorio de los estudiantes. Al revisar la historia de la ciencia encontramos notables disensos en algunas de esas concepciones, entre las que aún persiste la que corresponde a tejidos. Creemos importante explorar la diversidad conceptual que acompaña el avance de las investigaciones científicas y arribar a una noción intersubjetivamente funcional, no solo para los científicos en actividad sino también para ampliar los horizontes académicos al resignificar los niveles de organización y sus componentes desde un enfoque sistémico e integrador.

PALABRAS CLAVE: niveles de organización, tejidos biológicos, modelos científicos, obstáculos, enseñanza de las ciencias.

OBJETIVOS: Los tejidos biológicos ameritan especial atención para numerosas ramas de la ciencia, tanto para su praxis como para su enseñanza. Este panorama nos alienta a analizar algunos aspectos de esta entidad. Entre otros objetivos, este trabajo repasa la relación entre los niveles de organización de célula, de tejido y de órgano en la historia de la biología, haciendo especial hincapié en la concepción del segundo. Con este propósito se revisa también la bibliografía específica disponible, para luego reflexionar sobre el estatus actual del tejido tanto dentro del campo de la investigación (como sistema que representa un nivel de organización, con sus propiedades emergentes) como en su abordaje académico, asumiendo la falta de consenso en su caracterización. Sobre esta base se intentan relacionar los inconvenientes propios de su conceptualización e identificación con los obstáculos encontrados para su aprendizaje.

LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN EN BIOLOGÍA. EL RECORTE DE LA HISTOLOGÍA

Es frecuente en la enseñanza de la biología –principalmente en la escuela media– apelar a la noción de niveles de organización, tópico presente tanto en los diseños curriculares como en los libros de texto desde hace muchas décadas. Este enfoque de perfil reduccionista viene siendo utilizado ampliamente para distinguir los grados de complejidad estructural que reconocemos en la materia viva. En biología, se observa habitualmente que esta modalidad en la presentación del contenido no se articula con las concepciones que los estudiantes poseen de sus diferentes componentes. De hecho, muchas de ellas parecen confinarse estrictamente a un plano teórico meramente enunciativo. Debe admitirse que las dificultades no sólo se advierten en los estudiantes; la experiencia de algunos autores (Menegaz y Mengascini, 2005) con profesionales docentes muestra diferentes interpretaciones de estos conceptos.

De manera general, Pavé (2006) señala que los más conocidos de los niveles en los que se estructuran sucesivamente los sistemas vivos son: célula, organismo, población, ecosistema y biosfera. Dentro de la biología, para la histología –disciplina que inspira el presente trabajo– resulta clave distinguir entidades como célula, tejido y órgano, por lo que su interés se centra en esos niveles de organización. Aunque su enseñanza atraviesa con diferente profundidad el sistema educativo, es recurrente encontrar dificultades para el discernimiento de los mencionados elementos, aun para estudiantes universitarios (De Juan Herrero, 1984; Tamayo Hurtado y González García, 2003; Mengascini, 2005; Aguilar *et al.*, 2007; Iglesias Ramírez *et al.*, 2009; Peresan y Adúriz-Bravo, 2014). Estos inconvenientes obran de obstáculos de gravedad variable de acuerdo al contexto y objetivos de enseñanza. Un recorrido por la historia de la biología y de cómo algunos temas fueron transpuestos puede darnos pistas para encontrar algunas respuestas en este sentido. Una resignificación de este enfoque a la luz de una mirada sistémica más acorde con la naturaleza biológica de los elementos de cada nivel puede permitir la formulación de propuestas más promisorias para la enseñanza.

En este trabajo asumimos una interpretación sistémica de la biología, pues coincidimos con Brailard (2013) en que esta perspectiva ofrece a científicos, profesores y estudiantes una oportunidad para pensar acerca de la naturaleza de las ciencias biológicas. Esto no solo es importante como parte de un ejercicio intelectual, sino que puede ayudar a pensar más claramente acerca de las estrategias de investigación y los problemas metodológicos.

Los problemas en la enseñanza de la histología. Una interpretación epistemológica

Uno de los problemas para la comprensión de los niveles de organización aludidos puede relacionarse con su escala. Como señala Pavé (2006), los niveles de organización se caracterizan también por los tamaños de las entidades que los componen, dando lugar sucesivamente a nuevas escalas de observación. En el caso de células, tejidos y fragmentos de órganos, estos se encuentran en rangos de tamaños cercanos, requiriendo, en la mayoría de los casos, de los mismos procesamientos especiales e instrumentos ópticos. No se trata de entidades perceptibles fácilmente a ojo desnudo, por lo que su discernimiento queda generalmente restringido a los abordajes educativos.

Este rango (que involucra células, tejidos y órganos) es competencia de la histología, disciplina donde las dificultades más frecuentes en su enseñanza se vinculan con la observación. Hodson (1986), siguiendo las ideas clásicas de la nueva filosofía de la ciencia en torno a la carga teórica de la observación (Hanson, 1958), advierte que saber qué observar, cómo hacerlo, y luego qué y cómo describir son todas actividades dependientes de teoría. Este marco también condiciona la interpretación tanto de la imagen percibida en forma directa como de la proporcionada por el instrumental científico. En

ambos casos la identificación se hace en términos del marco conceptual disponible (Vázquez, 2004). Las recurrentes dificultades reportadas para el aprendizaje de los mencionados niveles de organización residen en la falta de reconocimiento de las características propias de los tejidos y en lo que concierne a su identificación visual. Especialmente debido a esto último es que existe consenso en la necesidad de enseñar estrategias para realizar observaciones microscópicas (e.g. Iglesias Ramírez *et al.*, 2009; Peresan y Adúriz-Bravo, 2010). Estas ayudarían al discernimiento práctico de los componentes del recorte sistémico que abarca la histología.

En conjunto, los inconvenientes dificultan la posibilidad de conceptualización necesaria para arribar a un modelo científico -potente herramienta de representación teórica del mundo (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001)-, que acondicionadamente llegaría a los estudiantes a través de modelos didácticos.

ENTRE CÉLULAS Y ÓRGANOS: BREVE RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA SOBRE LA CONCEPCIÓN DE LA MATERIA CONSTITUYENTE DE LOS ORGANISMOS

La idea de que la materia estaba compuesta por un número ilimitado de elementos ya estaba presente en culturas prehelénicas. En particular, las explicaciones para la composición de la materia viva dieron lugar a diferentes teorías, de aparición sucesiva a lo largo de los siglos, que en algunos casos llegaron a coexistir al dar sentido a algunas evidencias en cada etapa. Así, en un pasaje rápido por la historia de la medicina desde la Antigüedad Clásica encontramos: la *teoría humoral*, popular hasta la Edad Media, la *teoría fibrilar* renacentista y la *teoría celular*, gestada a lo largo del siglo XIX, que desplaza por evidencia empírica a la *teoría reticular* vigente para el tejido nervioso hasta principios del siglo XX. En general, de estas solo la teoría celular resulta de interés para la transposición didáctica.

Aunque con sus dificultades, la célula goza de mayor claridad para los estudiantes que su relación con el nivel de organización suprayacente, y que este último con el de órganos; así como la identificación clara de cada uno de ellos. El modelo de célula eucariota que responde a la teoría celular, y que abarca un nivel de organización reconocido aparentemente con claridad, es ampliamente aceptado por la comunidad científica para emplearlo con objetivos de divulgación o educativos. No obstante, carente de una teoría y modelo representativo similar, también se asume la concepción de órgano que abarca una amplísima variedad de estructuras y complejidades. En el nivel intermedio entre estas entidades, aunque tampoco ha sido precisado teórica ni modélicamente, no parece haber coincidencias conceptuales en lo que respecta a la concepción de tejido.

Si bien fue Gabrielle Fallopio (1523-1562) quien usó por primera vez en biología la palabra “tejido” para designar las “partes similares” que conforman nuestros órganos, su uso general y sistemático se inició con el trabajo de François Bichat (1771-1802), quien en 1802 estableció que los seres pluricelulares están formados por partes elementales que se repiten y forman órganos, caracterización que fue integrada posteriormente por Friedrich Henle con la teoría celular (Papp, 1977). En su *Anatomía general*, y sin usar el microscopio, Bichat estableció 21 tipos de tejido como constituyentes básicos del organismo; estos fueron reducidos a 8 por Meyer, a 5 por Schwann y finalmente a 4, hoy considerados como básicos, por von Kölliker (De Juan Herrero, 1999).

Puede decirse que la idea de tejido precede a la teoría celular, pero esta junto con los estudios microscópicos posteriores permitió dilucidar una aproximación a su estructura. Desde mediados del siglo XIX pueden encontrarse diferentes definiciones en los textos clásicos y modernos de histología (para una profundización sobre el tema, ver De Juan Herrero, 1999), donde pueden apreciarse la variedad en los criterios tenidos en cuenta. Tal ha sido históricamente la ambigüedad de la noción de tejido que algunos investigadores, como Urtubey en 1931, llegaron a considerarlo un concepto artificial (De Juan Herrero, 1999).

Las definiciones encontradas en los libros de histología animal más recientes y de gran difusión (e.g. Gartner & Hiatt, 2007; Geneser, 2005) presentan algunas limitaciones, como considerar un conjunto de células de igual naturaleza o similares, dado que puede haberlas de muy variados tipos (Plattner & Hentschel, 2001). De igual modo, un mismo tejido puede realizar varias funciones, y estar compuesto por células de distinto origen. Asimismo, no todos los tejidos se unen para formar órganos (Weisz, 1968). Estos intentos de definición no consensuados presentan así secuelas didácticas.

LA CONCEPCIÓN DE TEJIDO: ENTRE LA INVESTIGACIÓN HISTOLÓGICA Y LA TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA

Analizar las concepciones –tanto implícitas como explícitas– de tejido a través de las producciones científicas y de su trascendencia en el área de investigación se convierte en un ejercicio imprescindible no solo en para mejorar la comunicación entre científicos y la divulgación de sus trabajos, sino porque tales concepciones constituyen la fuente de conocimiento que trascenderá los ambientes académicos de referencia. Cabe señalar que la noción de tejido repercute en las relaciones filogenéticas, por lo que en la actualidad interesa grandemente en la investigación de algunos grupos zoológicos que también son aludidos en las clases de ciencias.

Hemos evidenciado que los inconvenientes en la concepción de tejido de los estudiantes no son ajenos a la ausencia de consenso encontrada históricamente en los investigadores y aun en la bibliografía especializada. A pesar de ello creemos factible sostener su conceptualización consensuada, como resultado integral de la suma de sus componentes, una organización particular, y las interacciones que entre ellos existen. La caracterización de un modelo de tejido aportaría tanto al abordaje conceptual meta-reflexivo de los expertos como a una transposición didáctica promisorio de este marco conceptual.

Por todo lo expuesto creemos imperativo estudiar esta entidad histológica, bajo un atento cuidado epistemológico, procurando arribar a formulaciones que constituyan dinámicos y potentes instrumentos teóricos y prácticos para esta área de conocimiento, dentro de un enfoque sistémico que potencie la concepción integral y dinámica característica de la materia viva.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, S.; MATURANO, C. y NÚÑEZ, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3): 691-713.
- BRAILLARD, P-A. (2013). Systems Biology and Education. In K. Kampourakis (Ed.), *History, Philosophy and Theory of the Life Sciences. A Companion for Educators*. Volume 1: 549-575. Springer. ISBN: 978-94-007-6536-8.
- DE JUAN HERRERO, J. (1984). Estructuras tisulares: nueva forma de presentación de los contenidos en la enseñanza práctica de la histología. *Enseñanza de las ciencias*, 2 (1): 33-42.
- (1999). ¿De que están hechos los organismos?. *Universidad de Alicante*. ISBN: 84-7908-487-1.
- GALAGOVSKY, L. y ADÚRIZ-BRAVO, A. 2001. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 231-242.
- GARTNER, L.P. & HIATT, J.L. (2007). *Histología*, Texto y Atlas. 4ª edición en español. Ed. Panamericana, 432 pp. ISBN 9500608103, 9789500608107
- GENESER F. (2005). *Histología*. 3ª edición. Ed. Médica Panamericana, 813 pp. ISBN 9500608839.
- HANSON, N.R. (1958). *Patterns of discovery: An inquiry into the conceptual foundations of science*. Cambridge University Press.

- HODSON, D. (1986) The nature of scientific observation. *School Science Review*, 68, 17-30.
- IGLESIAS RAMÍREZ, B. Z.; POMARES BORY, E. J., RODRÍGUEZ PÉREZ, I. (2009). Propuesta metodológica para la interpretación de imágenes: habilidad esencial para el aprendizaje en Histología. *X Congreso Virtual Hispanoamericano de Anatomía Patológica*. <http://files.sld.cu/histologia/files/2009/10/propuestametodologicaparalainterpretaciondeimagenes.pdf>
- MENGASCINI, A. (2005). La enseñanza y el aprendizaje de los tejidos vegetales en el ámbito universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2). http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N2.pdf
- MENEGAZ, A. y MENGASCINI, A. (2005). El concepto de niveles de organización de los seres vivos en contextos de enseñanza. *Revista Enseñanza de las Ciencias, Número Extra, VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*.
- PAPP, D. (1977). *Ideas revolucionarias en la Ciencia*. Tomo II. Ed. Universitaria, Sgo. Chile.
- PAVÉ, A. (2006). Chapter 2: Biological and Ecological Systems Hierarchical Organisation. In D. Puumain (Ed.), *Hierarchy in Natural and Social Sciences*, Methodos Series: Volume 3: 39-70. Springer Netherlands.
- PERESAN, L. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2010). El arte en la histología. *II Congrés Internacional de Didàctiques*. Girona: Universitat. Trabajo completo disponible en: <http://hdl.handle.net/10256/2924>
- (2014). Una interpretación epistemológica de la concepción de tejido biológico en estudiantes universitarios. *3rd Latin-American regional Conference of the International History, Philosophy, and Science Teaching Group. Laboratory of Research and Innovation in Science Education*, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- PLATTNER, H. & HENTSCHER, J. (2001). Manual de biología celular. Ed. Omega, Barcelona.
- TAMAYO HURTADO, M. y GONZÁLEZ GARCÍA, F. (2003). Algunas dificultades en la enseñanza de la histología animal. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol 2 N° 2.
- VÁZQUEZ, J. (2004). La observación científica en el proceso de contrastación de hipótesis y teorías. *Theoría* 49: 77-95.
- WEISZ, P. B. (1968). *Biology*. Ed. Omega, Barcelona.

