

¿Cómo representamos a las entidades biológicas pequeñas? La estereotipación de la célula humana

Como representamos pequenas entidades biológicas? O estereótipo da célula humana

How do we represent small biological entities? The stereotype of the human cell

Irwing David Vásquez-Cerqueda¹
Aldo Fernando Herrera-Rodulfo²

Resumen

El propósito de nuestra crónica es compartir nuestra experiencia y reflexiones como talleristas en una escuela de educación media de México. Nos centramos en una actividad en particular: el dibujo de microorganismos y la célula humana a partir de su escala. Notamos que existe una estereotipación del modelo de célula humana a causa de las representaciones visuales de los libros de texto y páginas web.

Palabras clave: representaciones visuales, célula humana, microorganismos, escala y tamaño.

Resumo

O objetivo principal de nossa crônica é compartilhar nossa experiência e reflexões como líderes de oficina em uma escola de ensino médio no México. Nós nos concentramos em uma atividade particular: desenho de microorganismos e da célula humana a partir de sua escala. Notamos que existe um estereótipo do modelo celular humano por causa das representações visuais dos livros didáticos e da internet.

Palavras-chave: representações visuais, células humanas, microrganismos, escala e tamanho.

Abstract

The main goal of our chronicle is to share our experience and reflections as workshops leaders in a high school in Mexico. We focus on one particular activity: drawing of microorganisms and the human cell from its scale. We noted that there is a stereotype of human cell model because of the visual representations of textbooks and internet.

Keywords: visual representations, human cell, microorganisms, scale and size.

Introducción

Violeta busca en su celular datos sobre el tamaño de una célula humana, el virus y una bacteria; Emilio, José y Andrés se perciben apurados, trazando y coloreando lo más rápido

¹ Cinvestav unidad Monterrey, david.vasquezc@cinvestav.mx

² Cinvestav unidad Monterrey, aldo.herrera@cinvestav.mx



posible unos picos, algunos círculos de diferentes tamaños y unas líneas onduladas que salen de lo que parece ser la forma de un frijol. Se les acaba el tiempo y en la pantalla del frente se proyectan los segundos restantes, así como una voz que los insta a terminar.

Ellos cuatro al igual que sus otros 22 compañeros portan una playera blanca tipo polo, con pantalones de mezclilla y botas negras industriales. La vestimenta descrita no corresponde a un espacio laboral, sino a una escuela técnica de la educación media, ubicada en el norte de México en el municipio de Pesquería, Nuevo León. Uno de los municipios del estado donde actualmente existe un crecimiento industrial importante. Consecuencia de lo anterior, en este municipio recientemente se presentó la mayor inmigración del estado (33.2%), siendo la principal causa la búsqueda de trabajo (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2021).

La escena anterior sucedió en el mes de junio del 2022, como parte de nuestro taller "Juicio a un virus. Lo pequeño y lo muy pequeño", el cual tuvo por propósito introducir a los estudiantes de entre 15 y 16 años a la representación de entidades biológicas como los virus, bacterias y la célula humana con relación a su escala, considerando unidades como los micrómetros y nanómetros.

Esta crónica recupera nuestra experiencia como talleristas externos a la institución, concretamente con una actividad de dibujo. En los apartados siguientes narramos y compartimos nuestras reflexiones, preocupaciones e ideas acerca de la representación de microorganismos y la célula humana con respecto a las escalas pequeñas.

¿Qué y cómo dibujaron los estudiantes?

Al llegar al edificio, notamos que la temperatura ambiental se disipó, los 38 °C de la temporada, debido a las vísperas del verano, no alcanzaron a los espacios de la institución. Las actividades se desarrollan con el aire acondicionado encendido todo el tiempo. Un pasillo largo divide a los amplios salones con ventanales grandes. En uno de ellos, nos dimos a la tarea de comunicar ciencia sin conocer previamente a los adolescentes.

Nuestro taller duró 2:50 h, y las actividades que realizamos se pueden apreciar en la Tabla 1.



Tabla 1

Organización de las actividades realizadas en el taller

Actividad	Descripción breve
Inicio	Presentación de los talleristas y la finalidad del taller
Dinámica de pelotas	Representación de tamaños como la tierra y la luna con pelotas
Dibujo de microorganismos y la célula humana	Identificación de conocimientos previos
Historieta	Introducción a las escalas pequeñas
Armado de modelo del virus del Herpes	Relación de escalas: real vs modelo
El mejor final	Invencción y discusión del final de la historieta y las escalas pequeñas

Al cabo de una hora de taller, les pedimos a los estudiantes que se reunieran en equipos de tres o cuatro personas. Les dimos la instrucción de dibujar una célula humana de cualquier tipo, una bacteria y un virus, respetando los tamaños a escala de cada uno de ellos. En ningún momento limitamos la forma de organización del equipo, ni el uso de algún aparato tecnológico como el celular o laptop para su desarrollo.



Sabemos de antemano que existen estudios que evidencian las dificultades que tienen los estudiantes preuniversitarios para estimar tamaños imperceptibles a la visión humana, sobre todo en edades comprendidas de 9 a 15 años, donde hay una mayor precisión con objetos de tamaños de 10 cm hasta 10 m (Tretter et al., 2006). Evidentemente si se trata de objetos o entidades biológicas de alrededor de 1×10^{-6} m o 1×10^{-9} m, su representación a escala es causa de conflicto. Nos adelantamos a decir que se trata de un problema de sobreestimación de tamaños de los microorganismos y de la propia célula humana (Delgado, 2010; Jones et al., 2012).

Volviendo a nuestra instrucción, nos llamó la atención que prácticamente al escuchar la demanda de la actividad, muchos de los adolescentes buscaron de inmediato imágenes en sus teléfonos debido a su inquietud de representar correctamente lo solicitado.

En uno de los equipos, un estudiante se acercó para solicitar apoyo con la selección del mejor modelo para representar a una célula. La novedad no ocurrió cuando se le preguntó y señaló en su dispositivo si pensaba escoger alguna célula animal o vegetal, para lo cual no mostró

mucha seguridad en su rostro; sino cuando continúo su pregunta señalando una tercera imagen que representaba una molécula de ácido desoxirribonucleico (ADN) y no una célula de ningún tipo. Lo anterior lo relacionamos a las experiencias escolares de los adolescentes, ya que estas han sido con las representaciones visuales en las clases de Biología, provistas por los libros de texto, lo que implica que no necesariamente los docentes hayan ayudado a entender las representaciones, a desarrollar una comprensión del concepto o proceso que buscan hacer explícito (Eilam, 2012), la información visual provista es poco internalizada por los estudiantes (Cheng y Gilbert, 2014).

De hecho, una revisión documental realizada por Ospina (2019) da como resultado que durante el siglo XX y XXI, los libros han proyectado representaciones artísticas modelizadoras de la célula humana o derivadas de instrumentos sin considerar esencial la diversidad de formas y tamaños.

Es preciso considerar que la influencia de muchos profesores y estudiantes está dada principalmente por modelos idealizados que concentran una parcialidad de elementos, que no necesariamente se ajusta a las diferentes células y microorganismos. Muchos de los elementos visuales tanto de libros como de páginas web, centran su atención en fotografías de microscopio o dibujos que son representaciones artísticas (Ospina, 2019).

Nos acercamos a un par de equipos.

David:

—¿Por qué eliges al coronavirus? ¿Por qué pareciera estar enojado?

—Pues porque es malo, profe, enferma y mata

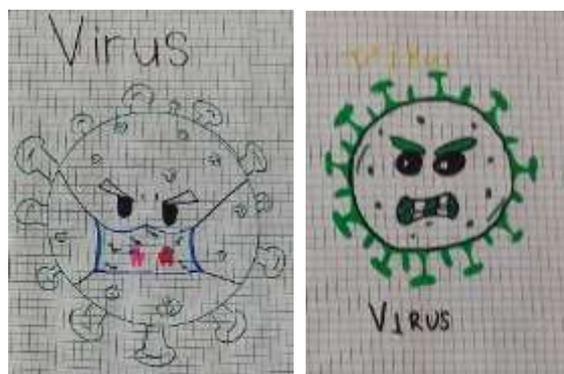


Figura 1. Dibujos del virus

a la gente. Entre risas lo comentan. Prácticamente todos los virus representados correspondieron al SARS-CoV-2, tal como se aprecia en la Figura 1.

En el equipo de Violeta, el único que empleó el acceso a internet para buscar las medidas reales, concluyeron que lo mejor era bosquejar la silueta de los tres dibujos y colocar en cada uno la información correspondiente al tamaño real. Pese a contar con esta información, su dibujo no dio una manifestación clara de las proporciones.

Esto es motivo de reflexión para nosotros, en el sentido de pensar en las barreras de los procesos cognitivos acerca del uso de unidades de medición como son los micrómetros y nanómetros. Las personas no tenemos una noción sobre el tamaño aproximado de una célula y mucho menos de los organelos en los cuales se suele poner un mayor énfasis en su enseñanza. Esto tiene implicaciones didácticas cuando se observa en un microscopio y lo que



se ve retratado en una representación (Cohen y Yarden, 2009). Una consecuencia de esto es que los alumnos no logren plasmar la noción de escala al dibujar entidades biológicas muy pequeñas (Vlaardingerbroek et al., 2014; Fernández y Jiménez, 2019).

En otro espacio del salón, Ana remarca los apéndices pilosos anclados en una bacteria bacilar. A un costado de su dibujo, la pantalla luminosa de su teléfono móvil muestra la imagen que utilizaron como plantilla para el dibujo. Es una copia exacta.

Aldo:

—¿Recuerdas cómo se llama? Señaló a la estructura llamada pili, a lo que el estudiante respondió encogiendo sus hombros.

Algo similar sucedió con otro equipo.

David:

—¿Y por qué es tridimensional su dibujo? Esto de aquí, ¿qué es? Se señalaron algunos orgánulos.

—Ah, pues así las recuerdo. Hice una maqueta de la célula en la secundaria y pues no sé, creo que son las mitocondrias, y esta rosa que está acá, esa sí quién sabe.

Sabemos que uno de los problemas en las prácticas de enseñanza al momento de usar alguna representación visual o modelos, es el hecho de que los estudiantes pueden asumir que estos son una copia fidedigna de la realidad (Talanquer, 2002).

En otro extremo del aula, Ricardo bromea con que el virus es muy pequeño y este debería ser representado con un único punto en la cartulina.

Aldo:

—Entonces, si esa es la escala que quieres utilizar, ¿cuál sería el tamaño de la bacteria o una célula?

El estudiante marcó otro punto en la cartulina sin diferencia aparente al primero para indicar el tamaño de la bacteria.

—Pues algo así, ¿no?, respondió.

El resto del equipo sondeó la posibilidad de emplear otra escala para la representación, pero no llegaron a un acuerdo claro. Percibimos que



Figura 2. Dibujo final del equipo de Ricardo



el equipo convenía en que todos debían ser muy pequeños para su representación, pero no era claro qué tan pequeño podría ser el virus respecto a los otros (Figura 2).

Lo que encontramos en términos generales en todos los equipos es algo que no debe causar sorpresa para el profesorado (Figura 3). En realidad, antes de que cada uno de ellos tomara y empuñara los lápices, colores, gises, nada se movió sin tener las imágenes a bosquejar y el único tipo celular característico que se representó fue el glóbulo rojo. No hubo neuronas, osteocitos, melanocitos, entre otros.

Al pasar por cada equipo, nos preguntamos si de verdad los más de 37 millones de resultados ofrecidos en la web, por ejemplo, para la célula humana; provocaría una diversidad de dibujos o tipos celulares. Lo que se sabe actualmente es que las células son mucho más diferentes en su forma que en el tamaño. Hay planas, con forma de ladrillo, irregulares y filiformes (Elsevier Connect, 8 de julio 2021).



Figura 3. Dibujos de la célula humana

Los dibujos de los estudiantes mostraron la típica representación del modelo de célula animal, con los orgánulos representativos, colores delimitados para cada uno de ellos, así como sus formas características.

Estamos de acuerdo que el estudio de la ciencia requiere abstracción en muchos conceptos y procesos, por lo que las representaciones visuales juegan un papel preponderante al momento de explicar los contenidos. Las distancias entre planetas o simplemente el diámetro de la luna exceden nuestra percepción del tamaño, por lo que es habitual que el profesorado y los comunicadores de la ciencia recurramos a representaciones que no tomamos el tiempo para detallar (Coleman et al., 2011), más bien propiciamos un entendimiento superficial.

Reflexiones finales

Consideramos que para cuestiones didácticas hay un uso inadecuado de las representaciones visuales en clase, los libros de texto y las páginas de internet que replican a estos últimos. Propiamente el contenido de las representaciones visuales no suele estar acompañados de una



descripción que clarifique la idea de que se trata un modelo idealizado, aunado a lo anterior, reconocemos que este tema es abstracto por si mismo.

Esto hace que nos preguntemos sobre las implicaciones de no discernir "lo real" o intercambiar a esta por el modelo. Es decir, a la entidad modelizada (Ospina y Galagovsky, 2017). Lo que podríamos esperar es una tensión epistémica entre las expectativas de visualización mediadas por instrumentos y el modelo que se suele enseñar en las clases y que, además, es fácilmente localizable en páginas web. Entendemos que las representaciones artísticas no respetan la escala ni la complejidad biológica, por lo que es necesario cierta formación teórica para dar sentido al modelo idealizado.

Es cierto que muchos factores pueden contribuir a una representación incorrecta de la célula o de los microorganismos. Algunos pueden ser producto del currículo particular, las prácticas de enseñanza y algunas barreras del lenguaje. Pero, de lo que hablamos en este documento guarda relación con el tamaño y escala de la célula y de los microorganismos, por lo tanto, son universales. Los tamaños demasiado pequeños al igual que los números que los ilustran, están fuera del rango de nuestra cotidianidad, son difíciles de comprender y representar (Vijapurkar et al., 2014)

Entendemos que es necesario elaborar propuestas de enseñanza y comunicación de la ciencia a partir de lo que el estudiantado conoce, tomando como punto de partida los seres vivos macroscópicos e ir progresando hacia los microorganismos y la célula humana, teniendo en consideración a la escala en los procesos y funciones de estos. Así como comunicar la importancia de la carga teórica al observar y los intereses propios del investigador en sus observaciones al momento de elaborar modelos científicos y escolares (Ospina, 2019).



Referencias

- Cheng, M. W. y Gilbert, J. K. (2014). Students' visualization of diagrams representing the human circulatory system: The use of spatial isomorphism and representational conventions. *International Journal of Science Education*, 37(1), 136–161.
- Cohen, R. y Yarden, A. (2009). Experienced Junior-High-School Teachers' PCK in Light of a Curriculum Change: "The Cell is to be Studied Longitudinally". *Research in Science Education*, 39(1). 131–155. <https://doi.org/10.1007/s11165-008-9088-7>
- Coleman, J. M., McTigue, E. M. y Smolkin, L. B. (2011). Elementary Teachers' Use of Graphical Representations in Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 22(7), 613–643. <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9204-1>
- Delgado, C. (2010). Units of length: A notational system for conceptual understanding of size and scale. En K. Gomez, L. Lyons y J. Radinsky (Eds.), *Learning in the disciplines: Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences (ICLS)* (Vol. 2, pp. 362–363). International Society of the Learning Sciences.

- Eilam, B. (2012). *Teaching, learning, and visual literacy: The dual role of visual representation*. Cambridge University Press.
- Elsevier Connect. (2021, 8 de julio). Anatomía y estructura de la célula: tamaño, composición y funciones. <https://www.elsevier.com/es-es/connect/medicina/anatomia-y-estructura-de-la-celula>
- Fernández, M. y Jiménez, M. P. (2019) Difficulties learning about the cell. Expectations vs. Reality. *Journal of Biological Education*, 53(3), 333–347. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1469542>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021). Censo 2020 de población y vivienda. https://inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/cpv2020_pres_res_nl.pdf
- Jones, M. G., Gardner, G. E., Taylor, A. R., Forrester, J. H. y Andre, T. (2012). Measurement Estimation: Context, Units, and Logical Thinking. *School Science and Mathematics*, 112(3), 171–178.
- Ospina, N. (2019). Estudio didáctico epistemológico sobre la enseñanza y el aprendizaje de temas de biología celular y química biológica [Tesis de doctorado, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales].
- Ospina, N. y Galagovsky, L. (2017). La célula modelizada: una reflexión necesaria en el ámbito de la enseñanza. *Química Viva*, 16(2), 41–63.
- Talanquer, V. (2002). Minimizing misconceptions: Tools for identifying patterns of reasoning. *The Science Teacher*, 69, 46–49.
- Tretter, T., Jones, M., Andre, T., Negishi, A. y Minogue, J. (2006). Conceptual boundaries and distances: students' and experts' concepts of the scale of scientific phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 282–319.
- Vijapurkar, J., Kawalkar, A. y Nambiar, P. (2014). What do cells really look like? An inquiry into students' difficulties in visualising a 3-D biological cell and lessons for pedagogy. *Research in Science Education*, 44(2), 307–333.
- Vlaardingerbroek, B., Taylor, N. y and C. Bale. (2014). The Problem of Scale in the Interpretation of Pictorial Representations of Cell Structure. *Journal of Biological Education*, 48(3), 154–162. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.849284>

