

EL ESCUTOIDE: UN NUEVO ENFOQUE DIDÁCTICO EN GEOMETRÍA

Pérez Montilla, Andrés¹ andres.perezmontilla@uca.es
Aguilar Montilla, Francisco Javier fjam@posteo.es
Cardeñoso Domingo, José María¹ josemaria.cardenoso@uca.es

Resumen

Nuestra comunicación presenta una propuesta de enseñanza innovadora en el marco de la Secundaria donde las conexiones interdisciplinarias entre matemáticas y ciencias naturales cobran un protagonismo esencial. La temática del trabajo parte de una investigación de julio de 2018, publicada en la prestigiosa *Nature*, donde se dató por primera vez el descubrimiento del “escutoide”. Esta interesante forma geométrica viene a dar respuesta a la problemática observada en los modelos existentes sobre tejidos celulares. Como equipo interdisciplinar, negociamos y diseñamos un conjunto de actividades que reproducen el recorrido seguido por los científicos hasta llegar a dicho cuerpo geométrico y para lo cual, el programa GeoGebra desempeñará un rol fundamental. Entendemos que estudiar la geometría en Secundaria puede ser más y mejor aceptada si ésta se realiza mediante el trabajo por proyectos indagatorios.

1. Introducción y Planteamiento

La enseñanza Secundaria requiere de nuevos enfoques metodológicos que nos permitan afrontar el currículo con una carga de interés inusitado por parte de nuestros alumnos. El conocimiento a aprender debe ser elaborado desde vivencias y experiencias que ayuden a dar sentido a lo que se aprende, construyendo una interacción fuerte entre la experiencia manipulativa y empírica, en el campo lógico-espacial y geométrico (Camargo Uribe, 2011).

Hoy en día, cada vez más docentes observan una disminución generalizada del valor formativo que aporta el aprendizaje de la geometría. Nuestro planteamiento se

¹ Departamento de Didáctica, Área de Didáctica de la Matemática, Univ. de Cádiz.

asienta en el aprendizaje por proyectos indagatorios, una modalidad que traslada el rol de investigador al estudiante y le hace principal agente de su proceso de aprendizaje.

El logro final será que en pequeños grupos, diseñen una camiseta personalizada con las formas geométricas trabajadas. La reflexión sobre proyectos de geometría en la ESO se puede encontrar en Vega y Cardeñoso (2005), Vega, Parrales y Cardeñoso (2007), y la negociación de las condiciones del trabajo indagatorio se puede hacer siguiendo la tesis de Vega (2012) en otro supuesto de trabajo estadístico, para 3º de la ESO.

2. Desarrollo del trabajo

La propuesta de enseñanza se estructura en 4 etapas que simulan la trayectoria realizada por los investigadores hasta el descubrimiento del escutoide.

En primer lugar, realizaremos un breve recorrido por los diferentes niveles de organización de la materia viva (célula, tejido, órgano y aparatos-sistemas) para situar al alumno en el contexto biológico: los tejidos epiteliales. Mediante imágenes, el estudiante reflexionará sobre la geometría de las células que lo forman y se habituarán a la nomenclatura científica (conceptos de superficies basal y apical).

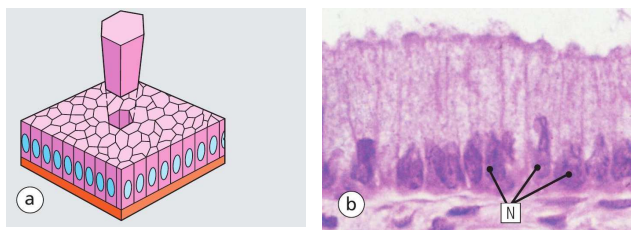


Figura 1. a) Modelización gráfica. b) Fotografía de un epitelio. Modificado de Lowe *et al.* 2015, p. 38.

A tal fin, comenzaremos por el supuesto más sencillo: los tejidos epiteliales planos cuyo modelo matemático clásico es el prisma. Con ayuda de GeoGebra y de imágenes extraídas de microscopios, el estudiante tratará de identificar y caracterizar estos cuerpos geométricos -caras, aristas, vértices, polígonos de sus bases...- Previamente es necesario modelar la estructura geométrica -teselaciones del plano, siguiendo a García, (2011)- de las superficies basales y apicales en la que tendrán que investigar por qué el hexágono es la figura más eficiente. También, hemos preparado otros ficheros GeoGebra con tareas dinámicas que induzcan el desarrollo plano del prisma, su área y volumen. Como propuesta de ampliación cabe la posibilidad de que los estudiantes realicen con el software su propio modelo de tejido plano en 3D, facilitándoles otros ejemplos.

En la segunda etapa, el estudiante reflexionará sobre la forma que adquiere el epitelio en diferentes estructuras del organismo (órganos, glándulas...), siendo consciente de la presencia frecuente de curvaturas con los cambios que esto supone en la geometría celular. La idea clave que debe entender y probar empíricamente el alumno, es que, a diferencia de un tejido plano, cuando se presenta curvatura existe una diferencia entre las áreas basales y apicales.



Figura 2. Epitelio curvo que recubre el interior de una cavidad tubular. Fuente: Lowe *et al.* 2015, p. 303.

Imágenes como la figura 2, servirán como estímulo para motivar lo limitado del modelo anterior y a través de la competencia matemática pensar y razonar, debe elaborar una alternativa para el caso de tejidos epiteliales curvos con troncos. De nuevo, GeoGebra servirá como herramienta de aprendizaje y visualización en la deducción de propiedades y características de esta forma geométrica, entre las que destacaremos su obtención como la sección de una pirámide con un plano, desarrollos planos y volumen.

En la tercera fase, recurriremos a la observación histológica de las superficies de las células epiteliales (basal y apical) con el fin de identificar diferencias en sus contactos intercelulares. A partir de esta observación, se somete al estudiante a un nuevo problema matemático.

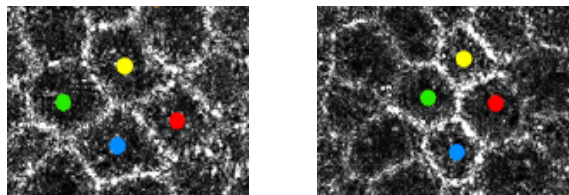


Figura 3. Superficie apical y basal de células epiteliales embrionarias. Fuente: Gómez-Gálvez *et al.*(2018)

Este cambio de vecindades de las células epiteliales implica rechazar el modelo del tronco y el prisma. Aparece, por tanto, una nueva figura: el prismatoide, entendido como un poliedro cuyos vértices pertenecen a dos planos paralelos y cuyas caras son triángulos o trapecios (Castiñeira, 2010, p. 9). Y, siguiendo dicho trabajo, hemos

preparado diversas tareas con GeoGebra para ayudar a caracterizarlos, y que el alumno sea capaz de identificar algunas propiedades generales y específicas, así como su clasificación.

En la última etapa de la comunicación y ante todas las evidencias antes aportadas: a) diferencia entre las áreas y b) intercambio de vecindades, presentaremos al alumno una nueva forma geométrica: el escutoide, que además de satisfacer “a)” y “b)”, es energéticamente eficiente –perspectiva física-, y así, los alumnos tendrán que caracterizar, mediante la visualización y manipulación en GeoGebra, la forma geométrica e identificar sus características generales y propiedades elementales. Como propuesta de investigación, les plantaremos la posibilidad de diseñar su propio escutoide empleando polígonos distintos a pentágonos y hexágonos.

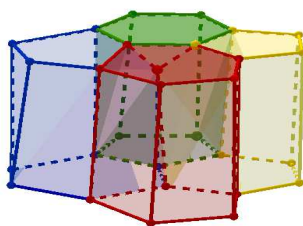


Figura 4: Escutoides realizados con Geogebra. Elaboración propia.

3. Elementos Curriculares y Competencias

Nuestra propuesta innovadora está dirigida a alumnos de 3º de la ESO cursando Biología y Geología y Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Académicas. No obstante, dado el carácter integrador, multidisciplinar y especialmente competencial, activando el saber hacer, pueden tomarse elementos parciales del diseño para ser adaptados a otros cursos, como por ejemplo el modelado de tejidos planos mediante poliedros –prismas y troncos- que cubre muchos de los contenidos matemáticos de 2º de ESO. Con respecto a la asignatura de Biología y Geología, los contenidos curriculares seleccionados pertenecen al bloque “Las personas y la salud. Promoción de la salud” y versan sobre tejidos celulares.

Entendemos que nuestra propuesta innovadora será de utilidad a los docentes en la elaboración de contextos de aprendizaje significativos en los cuales se quiera potenciar las competencias clave, especialmente la matemática, científica y digital.

4. Conclusiones

Concluir que propuestas como ésta pueden dar sentido a lo que nos recuerda en

una reciente entrevista Agustín Carrillo, al decir que “*el uso de las TIC y de programas como GeoGebra permiten una mayor y variada metodología, en donde el centro de atención ya no son los docentes, sino que estos funcionan como promotores para que los alumnos puedan aprender descubriendo, manipulando, investigando, tanto en grupo como individualmente*”. Como perspectivas futuras planteamos la posibilidad de incluir el uso de impresoras 3D, con el fin de construir escutoides a escala con los que poder facilitar la visualización y modelización de la realidad.

Referencias

1. BOJA (2016). *Orden de 14 de julio de 2016*, Obtenido de: https://www.juntadeandalucia.es/boja/2016/144/BOJA16-144-00289-13500-01_00095875.pdf
2. Camargo Uribe, L. (2011). El legado de Piaget a la didáctica de la Geometría. *Revista Colombiana de Educación*, 60(1), 41-60. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcde/n60/n60a3.pdf>
3. Carrillo de Albornoz, A. (2017). Innovar en Matemática: la incorporación de TIC en el aula. Obtenido de: <https://www.educ.ar/recursos/132052/innovar-en-matematica-la-incorporacion-de-tic-en-el-aula>
4. Castiñeira, J. (2010). La fórmula del prismoide y el cálculo de volúmenes. *Boletín de la Sociedad Puig Adam*, 84, 9-26.
5. García, M. M. (2011). Evolución de actitudes y competencias matemáticas en estudiantes de Secundaria al introducir Geogebra en el aula. Tesis doctoral. Unv. Almería.
6. Gómez-Gálvez, P., Vicente-Munuera, P., Tagua, A., Forja, C., Castro, A. M., Letrán, M., ... y Cavodeassi, F. (2018). Scutoids are a geometrical solution to three-dimensional packing of epithelia. *Nature communications*, 9(1), 2960.
7. Lowe, J. S., Anderson, P. G., y Anderson, S. I. (2015). *Stevens & Lowe's Human Histology*. Elsevier Health Sciences. ISBN: 9780323612791
8. Nelson, C.M. (2018). Epithelial Packing: Even the Best of Friends Must Part. *Current Biology* 28, R1190–R1211.
9. Vega, M. (2005). Proyectos para Geometría. En Actas XII JAEM, pp. 86-91 Albacete: Sociedad Castellano Manchega de Profesores de Matemáticas.
10. Vega, M.; Parrales, A. y Cardeñoso, J.M. (2007). Esta sí es mi Geometría. Actas XIII JAEM Granada: SAEM Thales.