



## ORIGINAL

## La animación gráfica como recurso educativo en Anatomía



Andrés J. Naranjo Macías<sup>a</sup> y Javier Domínguez Muñino<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Dibujo, Facultad de Bellas Artes, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

<sup>b</sup> Departamento de Didáctica General, Específicas y Teoría de la Educación, Facultad de Educación, Universidad de León, León, España

Recibido el 16 de marzo de 2020; aceptado el 27 de julio de 2020

Disponible en Internet el 5 de octubre de 2020

### PALABRAS CLAVE

Anatomía;  
Ilustración médica;  
Recursos visuales;  
Estrategias de enseñanza;  
Universidad;  
Arte

### Resumen

**Introducción:** Proponemos generar una herramienta didáctica basada en animaciones gráficas 2D sobre contenidos de Anatomía macroscópica humana. Bajo la concepción de la imagen como un artefacto de conocimiento, su uso no sólo obedece a la exhibición de apoyo al texto, sino que responde a un proceso de aprendizaje y asimilación de contenidos para procesar y fijar conocimientos.

**Métodos:** Se ha encuestado a una población estudiantil de 215 individuos de los grados universitarios en Medicina y en Bellas Artes, de las universidades Georgetown (EE. UU.) y de Sevilla (España); habiéndose trabajado sobre 9 preguntas de respuesta cerrada que orienten la tendencia de conocimiento, aceptación y rechazo de la animación gráfica 2D como recurso didáctico en Anatomía y Morfología humana. Paralelamente, hemos desarrollado animaciones 2D sobre disecciones anatómicas que sirvan a la puesta en práctica de esta herramienta de aprendizaje.

**Resultados:** Los porcentajes obtenidos señalan un estancamiento en los manuales ilustrados como recurso único o principal, y evidencian la receptiva disposición del alumnado con respecto a la animación 2D. Asimismo, han constatado el minoritario conocimiento de tales recursos visuales, más dinámicos y facilitadores del proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Conclusión:** Tanto el material docente elaborado como la información recabada en dicha muestra nos señalan el potencial pedagógico de la herramienta, su viabilidad técnica, y la eficiencia que la animación gráfica 2D compartiría con otros recursos para el aprendizaje autónomo en Anatomía.

© 2020 Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [javierdzm@gmail.com](mailto:javierdzm@gmail.com) (J. Domínguez Muñino).

**KEYWORDS**

Anatomy;  
 Medical illustration;  
 Visual aids;  
 Teaching methods;  
 Universities;  
 Art

**Graphic animation as a teaching resource in Anatomy****Abstract**

*Introduction:* We propose to generate a didactic tool based on 2D graphic animations about contents of gross Anatomy. Under the conception of the image as an artifact of knowledge, its use not only obeys the display of support for the text but responds to a process of learning and assimilation of content to process and fix knowledge.

*Methods:* A student population of 215 individuals from university degrees in Medicine and Fine Arts, Georgetown Universities (USA) and Seville (Spain), was surveyed; having worked on 9 closed answer questions that guide the trend of knowledge, acceptance and rejection of 2D graphic animation as a didactic resource in Anatomy and Human Morphology. At the same time, we have developed 2D animations on anatomical dissections to serve the implementation of this learning tool.

*Results:* The percentages obtained indicate a stagnation in the illustrated manuals as a single or main resource and show the receptive disposition of the students with respect to 2D animation. They also noted the minority knowledge of these visual resources, which are more dynamic and facilitate the teaching-learning process.

*Conclusion:* Both the teaching material produced and the information gathered in this sample, have been indicative of the efficient pedagogical value that 2D graphic animation accredits in Anatomy subjects, involving an original resource which differs from those commonly used in this area.

© 2020 Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

La imagen ha experimentado una creciente presencia en el entorno educativo, de modo que su potencial pedagógico ha podido ir siendo testado en distintos contextos de enseñanza universitaria. Comprendidas las imágenes como artefactos epistemológicos, su uso ya no sólo obedece a la mera exhibición, sino que responde a un proceso de aprendizaje y asimilación de contenidos; añadiéndose, a su tradicional función ilustrativa, la enorme capacidad para procesar y fijar conocimientos en el aula. Pues no sólo sirven para ilustrar estáticamente información como un recurso de apoyo al texto, sino que ayudan sustancialmente a interiorizar los contenidos a través del canal visual de manera dinámica.

Este planteamiento fomenta sensiblemente el estudio autónomo del alumnado universitario, permitiéndosele gestionar la asimilación de contenidos sobre Anatomía humana macroscópica también fuera de las aulas y laboratorios, lo cual lo distingue de otros planteamientos con metodologías diferentes<sup>1-3</sup>.

En este sentido, cabe destacar aportaciones de orientación interdisciplinar, pues «se considera que dentro de los programas académicos de medicina sería deseable la existencia de cátedras electivas en artes o contar con espacios académicos y extracadémicos en la formación médica que favorezcan el desarrollo de habilidades humanísticas»<sup>4</sup>. Asimismo, se acredita que «la enseñanza de dibujo médico despierta en los alumnos no sólo entusiasmo por el arte plástico, como herramienta para la enseñanza de la medicina, por su utilidad en la explicación del desarrollo de una enfermedad y las técnicas empleadas para su tratamiento especialmente en la cirugía, sino también entusiasmo por el dibujo y la pintura con un motivo no médico, es decir, el placer de expresar lo bello en el camino del arte plástico»<sup>5</sup>.

Nuestros objetivos se han articulado en conocer la opinión de estudiantes, inmersos en el manejo de las TIC, sobre medios empleados actualmente para lograr un aprendizaje autónomo en el campo de la Anatomía (en los grados en Medicina y Bellas Artes); evaluar el nivel de aceptación, por parte de los estudiantes, de un material didáctico basado en imágenes gráficas animadas 2D; y evaluar también la viabilidad técnica de estos procesos en que generamos una herramienta novedosa en las asignaturas relativas a Anatomía macroscópica.

**Material y métodos**

Hemos diseñado, como un primer elemento a manejar, una encuesta para recabar información y conocer la opinión de una muestra estudiantil sobre determinados recursos didácticos en Anatomía y Morfología humana. Su resultado ayuda a indicarnos con qué tipo de material visual resolvemos más óptimamente el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, la exploración nos determina también el medio con mayor accesibilidad, para el alumnado, a un material o interfaz con que interactuar mejor.

El trabajo exploratorio fue realizado entre mayo y junio de 2018 a estudiantes universitarios, tanto del Grado en Bellas Artes (111 participantes) como del Grado en Medicina (56 participantes), de la Universidad de Sevilla, y estudiantes de Medicina en el Georgetown University Medical Center (48 participantes). Los alumnos cumplimentaron el cuestionario, consistente en 9 preguntas de respuesta cerrada, de forma voluntaria y anónima, obteniéndose una muestra de 215 sujetos vinculados al estudio de la Anatomía humana.

Para su elaboración atendimos los siguientes aspectos: Preguntas formuladas directamente en relación con el tema

de interés; Estratos a los que iba dirigida la encuesta (Medicina y Bellas Artes); Naturaleza de las preguntas (de identificación y de opinión); y Muestreo aleatorio simple.

Para la valoración de las 2 primeras preguntas se utilizó una escala de respuesta tipo Likert de 5 puntos (1. *Nunca* / 2. *Cuando no hay otro recurso* / 3. *En pocas ocasiones* / 4. *Muy a menudo* / 5. *Siempre*). Su objetivo es conocer a qué medios didácticos recurren los alumnos para estudiar Anatomía humana de forma autónoma, fuera del laboratorio. Las 4 preguntas siguientes se centraban en conocer la relación del alumno con la imagen gráfica anatómica de carácter ilustrativo: su alcance logra sondear la necesidad de apoyar en imágenes la toma de apuntes teóricos y, en su caso, sus características gráficas. Y las 2 últimas preguntas se orientan a conocer la opinión sobre la viabilidad de un material didáctico basado en imágenes gráficas animadas en 2D, confirmándonos si nuestra propuesta gozaba de alguna constancia previa o resultaba novedosa entre los planteamientos didácticos practicados.

El otro elemento de trabajo radica en la creación de animaciones 2D que hemos elaborado sobre disecciones anatómicas; habiendo comenzado con la disección de la región anterior del tórax. Las técnicas de animación recurridas han sido la *rotoscopia*, la animación tradicional *frame to frame* y el *motion graphic*, si bien la mayor parte del proceso fue resuelto por *rotoscopia*<sup>6</sup>, generando la imagen animada mediante el calco fotograma a fotograma de los vídeos confeccionados para este proyecto.

## Resultados

De los resultados expresados en la [tabla 1](#), comentamos con especial énfasis que un 34,4% de los encuestados usan *siempre* los libros de Anatomía impresos en papel (uso que asciende a un 62,7% si sumamos el 28,3% que indicó emplearlos *muy a menudo*). Esta fidelidad al manual impreso como recurso didáctico está vinculada a la «tendencia de la ilustración gráfica a ser utilizada en todos los niveles educativos»<sup>7</sup>. En cambio, el libro digital es usado *siempre* por un 26,5% de los encuestados, y *muy a menudo* por un 28,3% (mismo porcentaje que suponen quienes reconocen usarlo *en pocas ocasiones*), produciéndose un desvío ascendente en la población estudiantil del Georgetown University Medical Center respecto de la universidad española explorada. En lo tocante a las app basadas en recreaciones en 3D, un 21,8% indica usarlas *muy a menudo* y un 22,3% lo hace *en pocas ocasiones*. Solamente el 17,6% declara manejarlas *siempre*, frente a un 26% que reconoce no utilizarlas *nunca*. Estos datos nos aproximan a las observaciones de otros autores con reciente aportación<sup>8</sup>, apreciándose aún una falta de consolidación de este tipo de recursos. Añadimos que estos porcentajes varían notoriamente conforme a la titulación, de Medicina o de Artes, describiéndose un mayor uso en los encuestados del primer grupo ([fig. 1](#)).

Merece especial valoración que, a su vez, un 93% de la muestra declara no conocer material didáctico basado en la animación gráfica 2D, y el 96% de estudiantes encuestados consideran en el valor artístico de las imágenes un factor positivo para la asimilación de contenidos en Anatomía y Morfología humana; el 47% reconoce dibujar *a veces* en sus apuntes y un 37% *siempre*. Si bien podría parecer que la

inclusión en nuestra muestra de estudiantes de arte tiene un efecto significativo en esos porcentajes, no es así pues un 56,3% de los encuestados del Georgetown University Medical Center reconocieron dibujar *a veces* en sus apuntes y un 41,1% de los estudiantes del Grado de Medicina señalaron que *siempre* dibujaban frente al 43,2% que contestaron lo mismo en el Grado de Bellas Artes.

Por otra parte, resumimos las fases de trabajo con que elaboramos este material basado en imagen gráfica animada 2D: primero hemos ejecutado las piezas fijas de la animación, empleando softwares de edición de imagen por distintas capas; y en una segunda fase, se abordan las piezas animadas mediante capas de vídeo a una velocidad de 15 fotogramas por segundo, lo que algunos autores denominan «animación media»<sup>9</sup>, con el propósito de lograr movimientos fluidos durante la disección anatómica. El proceso concluye con una tercera fase de inclusión del color, a las capas fijas y posteriormente a las capas animadas, bajo el criterio de un uso naturalista que no obstante sintetice la comprensión de estructuras morfológicas.

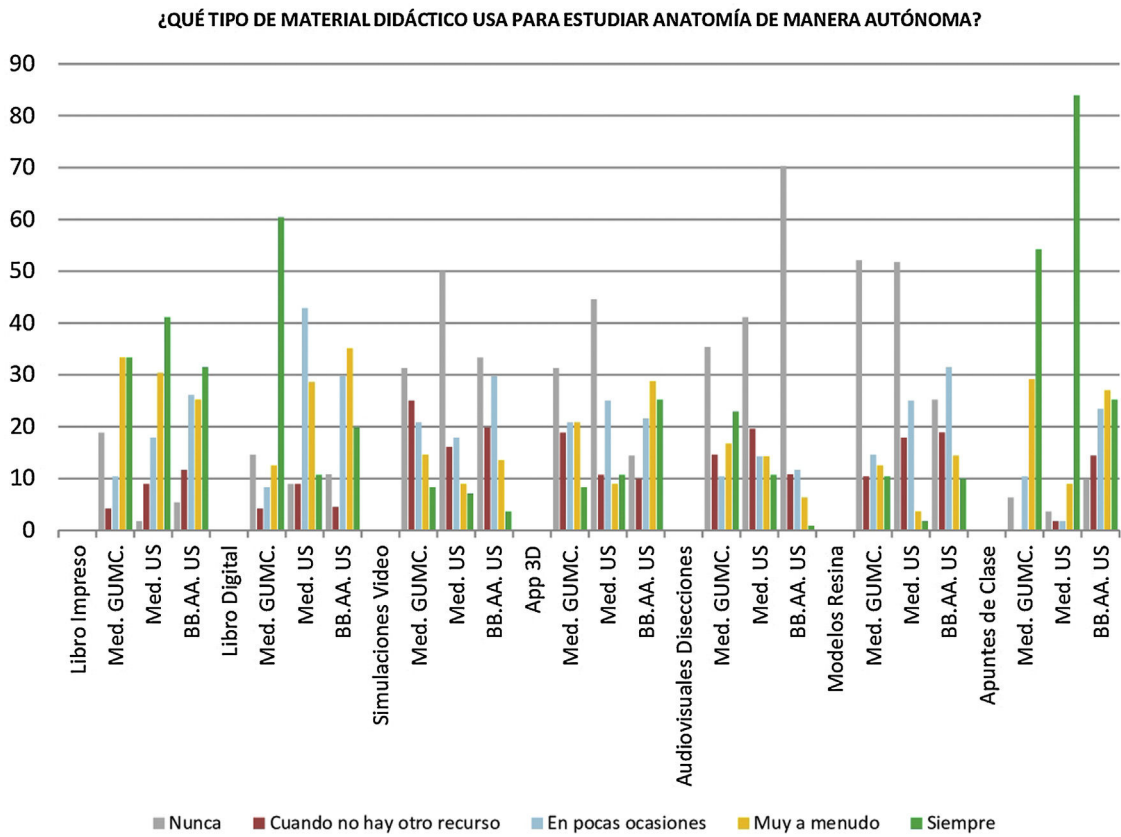
## Discusión

Nuestra experiencia ha constatado el potencial didáctico, de la ilustración gráfica, para visualizar y comprender conceptos anatómicos requeridos durante la formación universitaria. La animación gráfica 2D, producto de nuestro trabajo colaborativo, se acredita como una herramienta en cuyo potencial pedagógico no se ha profundizado; y con capacidad para ilustrar procesos de disección anatómica, similar a la de otros medios basados en 3D o realidad virtual<sup>10</sup>.

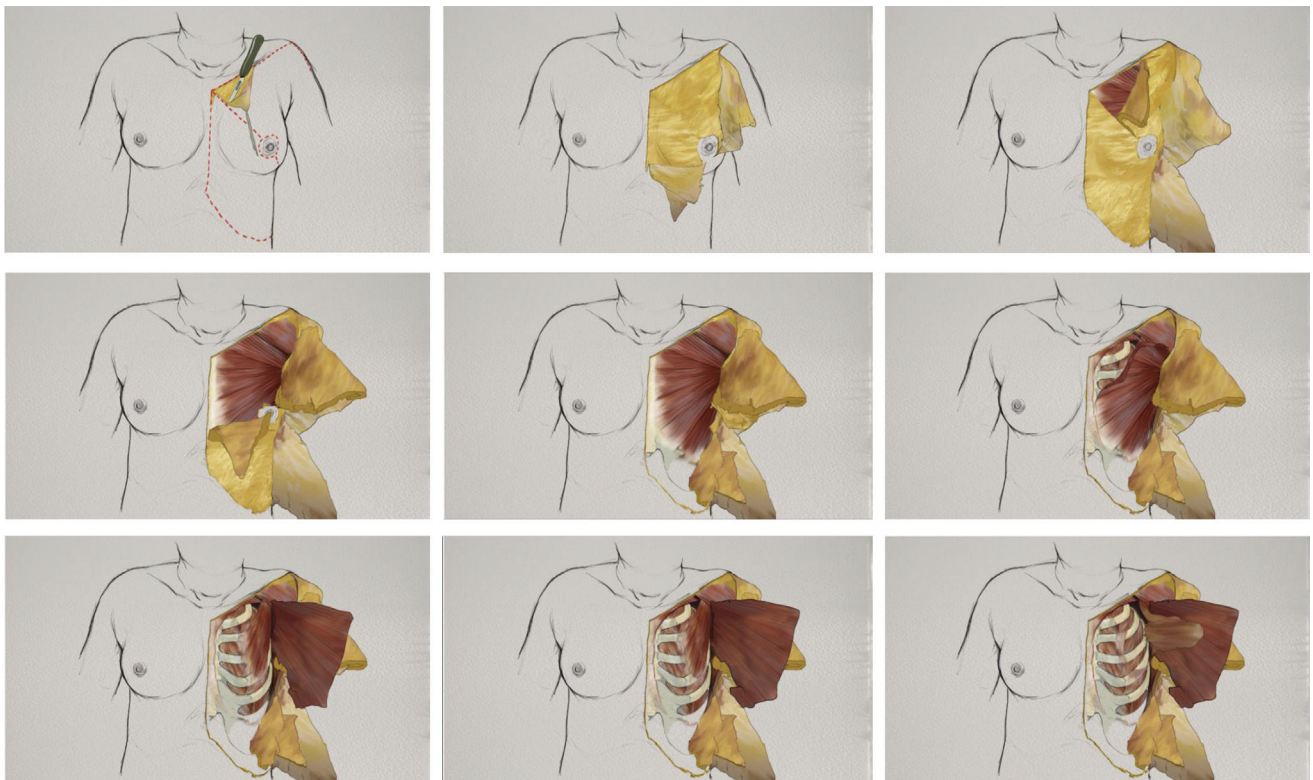
Los resultados de la encuesta, realizada a los posibles usuarios, evidencian con optimismo que los estudiantes de Anatomía macroscópica recurrirían a este material para incrementar un estudio autónomo y comprensivo. Los manuales de Anatomía siguen siendo uno de los recursos más comunes durante el estudio autónomo de esa materia, si bien la presencia de los recursos digitales, que serían los medios más adaptados a nuestra propuesta, es notoria. Con base en la información recabada, una edición de nuestras animaciones gráficas como parte de un libro electrónico o una app sería bien acogido por los estudiantes.

En relación con el tercer objetivo, sobre la viabilidad técnica de este recurso, nuestra experiencia videográfica ([fig. 2](#)) es favorable. Si bien existen complicaciones, en tanto que su implementación demanda inversiones de tiempo, infraestructura y equipo humano con preparación específica, estas pueden superarse con una colaboración interdisciplinaria oportuna. En respuesta a ello, actualmente nos encontramos en una segunda fase de trabajo investigador-docente: partiendo de las piezas de animación 2D desarrolladas, y gracias a una praxis educativa sostenida en el tiempo, testar su eficacia respecto a otros recursos para el estudio de Anatomía humana.

La propuesta reúne, en suma, el rigor técnico que el estudio anatómico médico requiere, y el valor plástico inherente a una pieza videográfica generada a través del dibujo, de modo que la herramienta cumple su peso informativo y se compromete con el valor artístico que subyace a toda construcción visual generada para pensar formas y estructuras.



**Figura 1** Resultados obtenidos de las encuestas realizadas tanto a la población discente de Medicina (Georgetown University Medical Center) como de Artes (Universidad de Sevilla).



**Figura 2** Un fragmento de primera pieza videográfica generada para el proyecto. Selección de fotogramas de la animación 2D de un ejercicio de disección sobre la región torácica.



**Tabla 1** Resultados obtenidos de la encuesta realizada a una muestra de 215 estudiantes de asignaturas relativas a la Anatomía y Morfología humana (114, del Grado en Medicina; y 101, del Grado en Bellas Artes)

<i>01. ¿Qué tipo de material didáctico usa para estudiar anatomía de manera autónoma?</i>					
(Valoración: 1-Nunca; 2-Cuando no hay otro recurso; 3-En pocas ocasiones; 4-Muy a menudo; 5-Siempre)	1	2	3	4	5
Libro impreso/manuales	16	20	44	61	74
Manuales anatómicos digitales	24	12	61	61	57
Videos con simulaciones anatómicas	80	43	53	27	12
Apps con recreaciones anatómicas digitales en 3D	56	26	48	47	38
Material audiovisual de disecciones reales	118	30	26	23	18
Modelos anatómicos de plástico	82	36	56	24	17
Apuntes de clase	16	17	32	49	101
<i>02. Para visualizar los contenidos sobre anatomía, con el fin de comprender su morfología y funcionalidad, suele recurrir a:</i>					
(Valoración: 1-Nunca; 2-Cuando no hay otro recurso; 3-En pocas ocasiones; 4-Muy a menudo; 5-Siempre)	1	2	3	4	5
Fotos de disecciones	67	24	33	35	56
Ilustraciones anatómicas - blanco/negro y a color-	18	16	32	67	82
Modelos anatómicos 3D de resina-plástico	81	27	66	28	13
Recreaciones 3D, generadas por ordenador	58	31	44	47	35
Piezas anatómicas reales	72	26	47	34	36
<i>03. Cuando toma apuntes en clase de anatomía, ¿suele complementar la teoría con esquemas gráficos o dibujos realizados por usted mismo?</i>					
(Valoración: 1-No, sólo teoría; 2-Sí, Siempre; 3-Sí, a veces; 4-No tomo apuntes)	1	2	3	4	
	22	79	101	13	
<i>04. ¿Considera que dibujar personalmente la pieza anatómica que está estudiando le ayuda a comprender su morfología y funcionalidad?</i>					
				Sí	No
				189	25
<i>05. ¿Qué tipo de dibujo suele ser el que usa mientras toma apuntes?</i>					
			Analítico-detallado	Sintético-esquemático	
			24	180	
<i>06. ¿Suele usar el color como recurso gráfico para comprender mejor los contenidos en anatomía?</i>					
				Sí	No
				141	71
<i>07. ¿Conoce algún material audiovisual de animación 2D, es decir, basado exclusivamente en dibujos en movimiento –no diseñados por ordenador—?</i>					
				Sí	No
				16	199
<i>08. ¿Cree que las animaciones 2D son, o podría ser, un buen material didáctico de apoyo al estudio de anatomía macroscópica médica?</i>					
				Sí	No
				196	19
<i>09. ¿Cree que el valor artístico de una recreación anatómica (bien sea en un medio impreso, aplicación móvil o video) puede ser un factor positivo para la asimilación de contenidos sobre anatomía?</i>					
				Sí	No
				206	9

## Financiación

El presente trabajo se ha realizado con el apoyo de la Universidad de Sevilla, en el marco del VI Plan Propio de Investigación, al Proyecto «ANATOMY-ADD (*Animated Drawings for Dissections*): La Animación Gráfica 2D y su Potencial Didáctico para la Comprensión y Divulgación de la Anatomía Humana».

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Agradecemos su contribución al Dr. D. Carlos A. Suárez-Quian (Georgetown University Medical Center), Dr. D. Manuel Eugenio Dorado Ocaña (Universidad de Sevilla), Dr. D. Antonio Bautista Durán (Universidad de Sevilla) y Dr. D. Fernando Mateo Carballo (Universidad de Sevilla).

## Bibliografía

1. Narváez-Hernández E, Murillo-Rábago EI. Herramientas de estudio utilizadas por alumnos de ciencias de la

- salud en la materia de Anatomía. *Inv Ed Med.* 2014;3:204–8.
2. Cabero Almenara J, Barroso Osuna J, Obrador M. Realidad Aumentada aplicada a la Enseñanza de la Medicina. *Educ Med.* 2017;18:203–8.
  3. Díaz-Barriga A. TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *RIES.* 2013;4:3–21.
  4. Romero Leguizamón CR. ¿Medicina: arte o ciencia? Una reflexión sobre las artes en la educación médica. *Educ Med.* 2018;19:359–68.
  5. Piras AG, Rodríguez Santos F. Importancia del dibujo en Medicina. *Rev Hosp Ital B Aires.* 2011;31:29–31.
  6. Selby A. La animación. 1.<sup>a</sup> ed. Barcelona: Blume; 2013. Jarrín T, trad.
  7. Alberto Rodríguez Y, Aquino Pérez LL, Fleites Suarez L. Ilustraciones como estrategias de enseñanza, a la independencia cognoscitiva en estudiantes de ciencias médicas 2017. ATLANTE (CED) [Internet]. 2018 [consultado 15 May 2018] Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/05/ilustraciones-ensenanza-estudiantes.html>
  8. Briz Ponce L, Juanes Méndez JA, García-Peñalvo FJ. Dispositivos móviles y apps: Características y uso actual en educación médica. *Novática* [Internet]. 2015;231:86–91 [consultado 14 Feb 2015]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/280114062.Dispositivos\\_moviles\\_y\\_apps\\_Caracteristicas\\_y\\_uso\\_actual\\_en\\_educacion\\_medica](https://www.researchgate.net/publication/280114062.Dispositivos_moviles_y_apps_Caracteristicas_y_uso_actual_en_educacion_medica)
  9. De León Yong T. ¿Por qué no nos sentamos simplemente frente a la pantalla? Dos formas de clasificar la Animación. *Con A Animac.* 2015;5:103–5.
  10. Low C, Morris J, Matsumoto J, Stokken J, O'Brien E, Choby G. Use of 3D-printed and 2D-illustrated international frontal sinus anatomy classification anatomic models for resident education. *Otolaryngology Head Neck Surg.* 2019;161:705–13.