

Enseñar y aprender anatomía Modelos pedagógicos, historia, presente y tendencias

Teaching and learning anatomy Pedagogical methods, history, the present and tendencies

JUAN CAMILO SUÁREZ-ESCUADERO, MARÍA CAMILA POSADA-JURADO, LENNIS JAZMÍN BEDOYA-MUÑOZ, ALEJANDRO JOSÉ URBINA-SÁNCHEZ, JORGE LUIS FERREIRA-MORALES, CÉSAR ALBERTO BOHÓRQUEZ-GUTIÉRREZ • MEDELLÍN (COLOMBIA)

DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2020.1898>

Resumen

La anatomía humana es una ciencia básica que permite adquirir en los profesionales de la salud (en formación y ya graduados), una comprensión detallada y global de lo que implica estudiar el cuerpo humano; otorga fundamentación en el lenguaje técnico que se requiere en otras ciencias básicas, clínicas y quirúrgicas. La forma de enseñar y aprender anatomía ha evolucionado con el tiempo, existiendo varios modelos pedagógicos que se pueden confundir con las didácticas. Es propósito contemplar aspectos educativos y reflexionar sobre los modelos pedagógicos, recursos y didácticas empleadas en la enseñanza/aprendizaje de la anatomía humana (historia, presente y tendencias), rescatando el valor del conocimiento anatómico en la formación médica y de otros profesionales de la salud. Las herramientas actuales y nuevas tendencias de la anatomía informática pueden complementar, dinamizar y mejorar (mas no reemplazar) los modelos pedagógicos básicos de la anatomía descriptiva regional, por sistemas y clínica. (*Acta Med Colomb 2020; 45. DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2020.1898>*).

Palabras clave: *anatomía, educación, enseñanza, aprendizaje, modelos educacionales.*

Abstract

Human anatomy is a basic science which allows healthcare professionals (in training and graduated) to acquire a detailed and global understanding of what it means to study the human body. It provides a foundation in the technical language required for other basic, clinical and surgical sciences. The manner of teaching and learning anatomy has changed over time, and several pedagogical models exist which may be confused with didactic ones. The purpose is to observe educational aspects and reflect on the pedagogical models, resources and didactics used for teaching/learning human anatomy (history, the present and tendencies), recovering the value of anatomical knowledge in the training of doctors and other healthcare professionals. Current tools and new tendencies in anatomy informatics may complement, enliven and improve (but not replace) the basic pedagogical models of regional, system and clinical descriptive anatomy. (*Acta Med Colomb 2020; 45. DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2020.1898>*).

Key words: *anatomy, education, teaching, learning, educational models.*

Dr. Juan Camilo Suárez-Escudero: Especialista en Rehabilitación Neuropsicológica. Candidato a Doctor en Ciencias Médicas Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), Escuela de Ciencias de la Salud (ECS), Facultad de Medicina UPB; Dres. María Camila Posada Jurado, Lennis Jazmín Bedoya-Muñoz, Alejandro José Urbina Sánchez y Jorge Luis Ferreira Morales: Médicos Generales ECS, UPB; Dr. César Alberto Bohórquez-Gutiérrez: Bacteriólogo ECS, UPB. Medellín (Colombia).
Correspondencia: Dr. Juan Camilo Suárez-Escudero. Medellín (Colombia).
E-mail: juanca.suarez@upb.edu.co
Recibido: 29/V/2020 Aceptado: 12/VIII/2020

Introducción

Posiblemente la gran mayoría de lectores de este artículo son profesionales de la salud (en formación y/o en ejercicio), donde la palabra anatomía, curso de anatomía y/o clases de morfología, traen a la mente un sinnúmero de recuerdos, desde amenas memorias, incluyendo gratitud y nostalgia, hasta recuerdos de animadversión, frustración y desolación.

En todo caso, algo es claro: las clases de anatomía más el resto de las llamadas “básicas” en medicina, fueron un mal necesario para unos, y una pasión y forma de vida para otros; pero hizo, es y será parte de nuestra formación médica, y de otros profesionales de la salud, y es un insumo fundamental de varios colegas que ven en la anatomía el mayor soporte de su práctica asistencial, especialización médicoquirúrgica

y/o fuente casi ilimitada de desarrollos en cuanto a imágenes diagnósticas, procedimientos quirúrgicos, procesos de rehabilitación y restauración corporal, entre otras.

La definición más básica de anatomía (descriptores en salud) consiste en “una rama de la biología sobre la estructura de los organismos” (1) o ciencia que estudia la estructura del cuerpo (2). Pero su definición y alcance va más allá. La anatomía es una ciencia básica que permite adquirir en los profesionales de la salud en formación (estudiantes de pregrado y posgrado) y ya graduados, una comprensión más detallada y global de lo que implica estudiar el cuerpo humano (3), para luego contextualizarlo en las dinámicas condiciones de salud, enfermedad y discapacidad. Los cursos de anatomía humana ofrecen la fundamentación inicial para el lenguaje técnico y anatómico que se requiere en farmacología, patología, fisiología, semiología, bases quirúrgicas y terapéuticas, y en cada una de las especialidades médico-quirúrgicas y medicina interna. No por nada la anatomía se considera la ciencia básica más antigua (4) y fue definida por Hipócrates (460-377 a.C.) en los términos de la naturaleza del cuerpo es el comienzo de la ciencia médica (4). La anatomía es entonces la ciencia básica más antigua, cimiento histórico y tradicional de la formación médica, y gracias al estudio anatómico se dio inicio al abordaje científico de las enfermedades (5).

El estudio sistemático y organizado de la composición estructural del cuerpo humano, la visualización en conjunto de los sistemas orgánicos, relaciones vasculares y nerviosas, organización ósea, identificación de las texturas de los tejidos y órganos corporales, tamaños y formas de las vísceras, posición y planos tridimensionales del organismo, son varios contenidos y metas de enseñanza de la anatomía humana. La anatomía moderna abarca divisiones y subdisciplinas como la anatomía sistémica (descriptiva para otros), anatomía regional (topográfica), anatomía microscópica (histológica), anatomía del desarrollo, anatomía funcional, anatomía de superficie, anatomía bioscópica, neuroanatomía, anatomía clínica, anatomía quirúrgica, anatomía aplicada, anatomía radiológica, anatomía comparada, anatomía forense, anatomía antropológica y anatomía artística (3). Lo anterior explica en cierta medida la razón de que los cursos de anatomía sean extensos en contenidos, y amplios en aplicabilidad, teoría y práctica.

En la actualidad la manera en que los estudiantes de medicina y otras ciencias de la salud estudian y aprenden anatomía, debe ser analizada y comprendida dentro de un contexto más amplio del binomio docente/estudiante. Cada vez es más evidente en el proceso de aprendizaje de las ciencias básicas, y entre ellas la anatomía, la forma en que las diferentes asignaturas tienden a una mayor integración, orientación hacia los sistemas, promoción del aprendizaje autodidáctica y significativo (6), integración de nuevas tecnologías y depuración de información. Paralelo a lo anterior, ha habido un incremento en los contenidos y conocimientos de la anatomía, sin que necesariamente haya aumentado el

tiempo disponible para ello dentro de los programas o cursos de anatomía de las universidades (6); situaciones que generan debates en el campo pedagógico y administrativo universitario sobre la forma de llevar los cursos de anatomía en las escuelas y facultades de medicina y ciencias de la salud, qué modelo pedagógico emplear, qué nivel de exigencia, incluso cuestionar, a veces sin mucha fundamentación, que la formación médica moderna no requiere de las ciencias básicas, o incluso centrarse en modelos de enseñanza de anatomía humana únicamente apoyados en herramientas digitales/virtuales, y hasta proponer que los cursos de anatomía en medicina se puedan realizar de manera intersemestral. Es importante no minimizar la didáctica específica que implica enseñar anatomía humana, y no reducir la experiencia educativa de los estudiantes (personal médico y de otras ciencias de la salud en formación).

La forma de enseñar y aprender anatomía ha evolucionado con el tiempo, donde han existido, existen y existirán varios modelos pedagógicos a emplear en su aprendizaje: el modelo clásico y regional, anatomía por sistemas y la anatomía clínica. Hoy día se cuestiona la validez del modelo clásico de enseñanza de la anatomía, algunas veces bajo visiones obtusas de que es antigua y obsoleta; pero posiblemente estas ideas están basadas en una mala lectura y en confundir los recursos pedagógicos y las didácticas (cada vez más virtuales, digitales y dinámicas) con los modelos pedagógicos en pro del aprendizaje que se busca transmitir y desarrollar en el estudiante. La anatomía junto a otras ciencias básicas de los pregrados de medicina y de otras ciencias de la salud, proporciona los conceptos para correlacionar y ordenar las funciones, identificar y separar los hallazgos fisiológicos de hallazgos patológicos, vinculándose directamente con las disciplinas clínicas (3, 7); sencillamente fundamentando la práctica asistencial.

Es propósito del presente artículo contemplar aspectos educativos y reflexionar sobre los modelos pedagógicos, recursos y didácticas empleadas en la enseñanza y aprendizaje de la anatomía humana (historia, presente y tendencias), rescatando el valor del conocimiento anatómico en la formación médica y de otros profesionales de la salud.

Contexto histórico: inicios de la anatomía y modelo clásico de enseñanza

Al parecer las primeras disecciones anatómicas en seres humanos se llevaron a cabo por Herófilo de Calcedonia (335-280 a.C.) y Erasístrato de Ceos (300-250 a.C.) (8), los cuales utilizaron también la vivisección o experimentación sobre los cuerpos de animales vivos (9). Herófilo identificó y describió por primera vez los nervios ópticos y la retina, y diferenció nervios de tendones, mostrando que los nervios parten del cerebro y médula espinal para llegar a los músculos. Erasístrato en calidad de discípulo y ayudante de Herófilo, observó que las rugosidades del cerebro (circunvoluciones y giros) eran más acentuadas en hombres que en los animales, y postuló que las lesiones

del IV ventrículo (ventrículo rombo encefálico) producían muerte súbita (9). Se debe tener presente que, en el trazado histórico de la medicina (que incluye la anatomía y las primeras disecciones), aparecen también registros anatómicos diferentes a la antigua Grecia, como en Egipto (papiro de Ebers y papiro de Smith), India (Ayurveda), Roma y aborígenes de América (3).

Luego en la antigua ciudad griega de Pérgamo, Claudio Galeno (131-201 d.C.) basado en los métodos de disección en animales, por prohibición de disección de cadáveres de seres humanos en la época, realizó una amplia variedad de descripciones anatómicas incluyendo la duramadre, piamadre, cuerpo caloso, ventrículos cerebrales, glándula pineal e hipófisis, e identificación de once de los doce nervios craneanos (otros dicen que siete de los doce) (9). Aunque supuso que la anatomía entre animales y humanos era igual, ofreció descripciones funcionales de las estructuras, como que los músculos son controlados por la médula espinal, diferencia entre venas y arterias (donde circula la sangre y no aire), que el cerebro es el encargado de controlar la voz, y la producción de orina como función del riñón (5, 10). Además, Galeno identificó que una lesión de la médula espinal entre la primera y segunda vértebra cervical produce la muerte instantánea, y si la sección es entre la tercera y cuarta vértebras cervicales produce parálisis respiratoria (9). Desde los más nobles y sencillos orígenes de la anatomía se realizaban asociaciones entre la estructura y la función (anatomía funcional), entre especies (anatomía comparada) y explicaciones básicas de algunas enfermedades (anatomía patológica).

Andreis van Wessel, conocido en su forma latinizada como Andrea Vesalius (1514-1564) revolucionó la enseñanza médica, con sólo 29 años de edad, a través de su libro “*De Humani Corporis Fabrica*” (libro de 663 páginas con más de 300 ilustraciones de índole anatómico y artístico) (11). Considerado el padre de la anatomía moderna, corrigió errores de su predecesor Galeno (imprecisiones anatómicas del esternón, hígado y origen de vasos sanguíneos, por énfasis de Galeno en el modelo de la anatomía comparada). Si bien, Vesalius fue un anatomista por excelencia, centrado en descripciones estructurales, también aportó algunas relaciones patológicas como aneurismas y tumores (5,11).

La anatomía, entremezcla entre ciencia y arte, sació inicialmente en la historia, la curiosidad natural por el conocimiento del cuerpo humano (3), y lo que somos como seres humanos.

Tal como quedó retratado en la obra maestra de Rembrandt, titulada lección de anatomía del Dr. Nicolaes Tulp (1632), donde el Dr. Tulp imparte una clase de antebrazo a un grupo de cirujanos (y a uno que otro “colado” que pagara por entrar al “teatro de anatomía”), el modelo clásico está basado en el binomio docente-estudiante, disección cadavérica por planos, descripción de estructuras y relaciones macroscópicas por regiones. Se reporta que el mayor desarrollo temático de la anatomía (descriptiva y topográfica) fue en

el siglo XIX e inicios del siglo XX, llevando a la fundación de la Sociedad Anatómica de París (1803) por parte del Dr. Dupuytren y Dr. Laennec, más el primer intento por unificar la terminología anatómica en Basilea (1895) (3).

Descripción de los modelos básicos para la enseñanza y aprendizaje de la anatomía humana

Los métodos y modelos más habituales para el estudio y aprendizaje de la anatomía humana son la anatomía regional, la anatomía por sistemas y la anatomía clínica.

La anatomía regional o topográfica se basa en la organización del cuerpo humano acorde a sus partes y segmentos (cabeza, cuello, tronco y extremidades), áreas y regiones, reconociendo la organización corporal por capas. Utiliza la anatomía de superficie para reconocer las estructuras perceptibles a la palpación (base de la exploración física). Habitualmente los cursos de anatomía en facultades de medicina y/o escuelas de ciencias de la salud que disponen de un laboratorio de disección utilizan este modelo (12).

La anatomía por sistemas (anatomía sistémica) se basa en el estudio de cada uno de los sistemas del organismo que explican funciones complejas e integradas. Este modelo otorga la fundamentación de las especializaciones clínicas y médicoquirúrgicas, y de otras ciencias de la salud. En general la anatomía por sistemas estudia el sistema tegumentario (dermatología y medicina estética), sistema esquelético (osteología), articular (artrología) y muscular (miología) (tres sistemas básicos para la ortopedia, traumatología, fisioterapia y fisioterapia), sistema nervioso (neurología, e incluye a su vez los órganos de los sentidos; objeto de estudio de la neurología clínica, neurocirugía, psiquiatría, psicología, otorrinolaringología, oftalmología, fonoaudiología y optometría), sistema circulatorio (angiología), sistema linfático (fundamental para la medicina interna y la medicina oncológica), sistema digestivo (gastroenterología), sistema respiratorio (neumología, terapia respiratoria y fonoaudiología), sistema urinario (urología), sistema reproductor (ginecología, andrología y sexología) y el sistema endocrino (endocrinología) (12).

Por su parte la anatomía clínica o aplicada, utiliza relaciones entre estructura (sea regional o sistémica) y función para explicar y/o resolver casos de la práctica clínica (12). Es así como el modelo de la anatomía clínica (llamada también anatomía médicoquirúrgica) relaciona la anatomía humana con el diagnóstico, tratamiento e intervenciones quirúrgicas (3). Este modelo es integrador y promueve el análisis anatómico y fisiopatológico necesario para argumentar la práctica asistencial, pero es necesario contar con bases anatómicas otorgadas por la anatomía regional y sistémica, para aplicar y descubrir el apasionante modelo de la anatomía clínica. Los modelos pedagógicos de la anatomía son complementarios, no son excluyentes, y se pueden potenciar mediante varios recursos y didácticas.

Como didácticas para operacionalizar la enseñanza de

los modelos previos (en especial el modelo regional y de sistemas) se encuentra el aprendizaje por la práctica o disección. En 1770 el Dr. William Hunter afirmó que la disección por sí sola enseña dónde se puede cortar o inspeccionar en el sujeto vivo con libertad y prontitud (12). El Dr. Moore mencionó la importancia de la observación, palpación, más mover y disecar las distintas regiones del cuerpo; y puntualizó que la disección es un método perfectamente consolidado de investigación que constituye una vía muy estimulante para el aprendizaje si el estudiante conoce el significado clínico de las estructuras que disecciona (4). Es así como la disección es la didáctica más clásica e histórica al servicio de dinamizar los modelos básicos de enseñanza y aprendizaje de la anatomía; ahora bien ¿por qué el afán en desestimarla o retirarla de algunas facultades de medicina y escuelas de ciencias de la salud? Los autores del presente artículo proponemos otro tipo de pregunta: ¿por qué mejor no complementarla y actualizarla con nuevos recursos y didácticas basadas en imagenología, informática, modelos 3D e inmersivos (como la realidad mixta)? (13).

A partir de la diversificación de las imágenes diagnósticas (década de los 70-80), se inicia el complemento de la disección cadavérica para combinar didácticas y dinamizar el aprendizaje de la anatomía humana, dando origen a la anatomía radiográfica. Esta disciplina hace posible el estudio regional de las estructuras profundas e integración de los sistemas, otorgando información que no se logra únicamente con el estudio del cadáver, como las variaciones anatómicas, efectos del tono muscular, líquidos corporales, presiones y detalle estructural de órganos (12). Pero de igual forma como lo requiere la anatomía clínica, una buena anatomía radiológica requiere de bases anatómicas derivadas de los modelos básicos: anatomía regional y por sistemas. Nuevamente se plantea el complemento entre modelos pedagógicos y operacionalización de la enseñanza utilizando varias metodologías y didácticas.

Modelos, metodologías y herramientas utilizadas en el momento

En la actualidad la enseñanza y estudio de la anatomía humana en las facultades tanto de medicina como de otras ciencias de la salud, atraviesa un momento crítico y de transición. Desde hace varios años con la introducción de la era digital a nuestra realidad, se ha cambiado la percepción de la forma como se puede dictar, aprender y estudiar la morfología del cuerpo humano, propiciado en gran medida por la brecha generacional entre docentes y alumnos, y también por tensiones administrativas entre costo-beneficio, calidad académica-optimización de recursos y rentabilidad de los programas. Lo anterior ha llevado a varias escuelas de medicina a reformar sus planes de estudio, recortar horas de aprendizaje, e incluso disminuir detalles y contenidos del curso de anatomía, y también enfatizando el uso del modelo de la anatomía clínica, centrada en el estudiante como futuro profesional de la salud, y no como un anatomista (14–17).

Las reformas en los planes de estudio de los cursos de anatomía explican en parte que los modelos pedagógicos y de enseñanza anatómica carezcan de uniformidad entre las instituciones (18) y los programas.

La literatura moderna reporta preocupación respecto al conocimiento anatómico de los médicos que se están formando, y el perjuicio que puede tener esto en su ejercicio profesional y asistencial-clínico (19), e incluso de como una mala formación en anatomía puede afectar la seguridad de los pacientes en los múltiples procesos de atención sanitaria (3).

La revisión crítica de literatura realizada por Estai y Bunt en 2016, menciona como herramientas y metodologías modernas de enseñanza de la anatomía la disección, proyección, plastinación, anatomía informática, imagenología, anatomía viviente, más otros modelos de enseñanza basada en lecturas, currículo integrado y currículo basado en sistemas (16).

La disección, método caracterizado por experiencias individuales o de grupos pequeños, en donde la anatomía se explora activamente en cuerpos (cadáver), realizando cortes en cada uno de los planos corporales para dividir y encontrar las estructuras anatómicas a estudiar. Esta didáctica junto con la enseñanza basada en lecturas y clases magistrales, ha sido por excelencia la didáctica clásica empleada desde hace más de 400 años en la enseñanza de la anatomía (20) utilizando el modelo regional y por sistemas. Algunos detractores la consideran un modelo costoso, que requiere grandes inversiones de tiempo y anticuado (21). En algunas facultades de medicina ha sido remplazada por métodos como la proyección en combinación con otras modalidades de enseñanza (22).

La proyección es el método mediante el cual se aprende del cadáver ya disecado, siendo una aproximación a las estructuras anatómicas reales sin necesidad de innumerables horas de disección (23). Habitualmente dichas piezas se encuentran en museos de anatomía, y en laboratorios de anatomía/morfología humana.

La plastinación es una técnica de preservación a partir de materiales químicos que se inyectan o introducen en estructuras cadavéricas disecadas e incluso en cuerpos enteros. Método creado por Gunther von Hagens en el instituto de anatomía de la universidad de Heidelberg (1977) (16). Dicha técnica limita el número de disecciones, sin olor y fácil de conservar los preparados anatómicos sin necesidad de químicos preservantes (como lo requiere la disección y proyección) (24).

La anatomía viviente consiste en el estudio anatómico en otro ser vivo sin necesidad de disecar. Por ejemplo realizando un examen físico propio, en estudiantes pares o con pacientes simulados para identificar tendones del antebrazo o zonas óseas palpables en las extremidades; incluye técnicas de pintar o dibujar estructuras anatómicas en la piel para entender la morfología subyacente, y aporta relaciones útiles para la ubicación espacial (25, 26). También cuenta con el diseño de ropa especial para que los estudiantes, por ejemplo, comprendan mejor el concepto de los dermatomas (14).

A partir de los desarrollos tecnológicos del siglo XXI nace la anatomía informática, que permite generar modelos y reconstrucciones 2D o 3D de estructuras anatómicas (de personas sanas y de pacientes), de sistemas y del cuerpo completo. Esta metodología ha popularizado el término de cadáveres/cuerpos virtuales o digitales, que se pueden mostrar y manipular en computadores, tabletas, pantallas digitales y en teléfonos inteligentes, o mediante plataformas educativas virtuales *online* como módulos *e-learning*, aula invertida, simulación y/o redes sociales (16, 25); hoy día parte de los contenidos teóricos y usabilidad de modelos anatómicos 2D/3D se realiza de manera no presencial, complementando así las clases magistrales y prácticas de laboratorio presenciales. Esta línea de herramientas y desarrollos informáticos al servicio de la anatomía lleva en la actualidad a tendencias tipo realidad virtual, realidad aumentada y realidad mixta (13, 16), tecnología háptica, proyección de imágenes en estudiantes e impresión 3D (14) y mesas de disección digital.

En algunas universidades la combinación de metodologías de enseñanza con cadáveres, proyección, plastinación más replicas plásticas, junto con clases magistrales son la base de la enseñanza (25).

La comparación entre modelos, metodologías y herramientas en anatomía ha generado un campo de investigación. La educación y aprendizaje basada en cadáveres ha sobrevivido como la principal herramienta de instrucción durante cientos de años, pero ante las nuevas modalidades referenciadas, hay diversas opiniones sobre si la disección completa de cadáveres sigue siendo apropiada para una formación universitaria moderna (16). Existen estudios que soportan la utilidad y uso de cadáveres en la década 2010-2020, en donde varias universidades de Estado Unidos, Australia y Nueva Zelanda, que habían abandonado la enseñanza anatómica a través de cadáveres, la retomaron unos años más tarde (14).

Una revisión sistemática de 21 estudios, que comparó el uso de métodos digitales o anatomía informática contra métodos tradicionales, concluye que al parecer la visualización tridimensional digital es un método más efectivo para obtener conocimientos anatómicos, y genera en los estudiantes mayor motivación e interés (27).

Un estudio descriptivo de una muestra de 74 estudiantes de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España) (28), buscó conocer la opinión de los estudiantes que han crecido bajo las tecnologías de la información y comunicación sobre las metodologías utilizadas en su centro de estudio en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana. Encontraron en general que las metodologías mejor consideradas fueron el estudio de casos clínicos y el reconocimiento de estructuras humanas en los laboratorios de disección, siendo su principal ventaja el reconocimiento tridimensional de las estructuras anatómicas y la consecuente consolidación de los conocimientos anatómicos (29).

De forma controversial un metaanálisis publicado en el año 2018 (27 estudios con más de 7500 participantes entre 1965 a 2015), que comparó la disección con otros métodos (prosección, medios digitales, modelos anatómicos o híbridos), concluye que no hay diferencias en cuestión de ganancia de aprendizaje a corto plazo (el rendimiento de los estudiantes en los exámenes de conocimiento fue parecido, independientemente de estar expuesto a la disección u otra estrategia). Adicionalmente no es claro si el concepto de generación de memoria a largo plazo se consolida de igual o mejor forma, a partir de la disección versus otros métodos (30).

A su vez varios estudios comparativos (30, 31) no han encontrado que un modelo y método de enseñanza sea mejor que otro. Al parecer la mejor manera de enseñar anatomía moderna es combinando recursos y didácticas, que complementen el o los modelos pedagógicos empleados en anatomía. Los estudiantes parecen aprender más efectivamente cuando se integran enfoques multimodales (16).

Las escuelas de medicina en Latinoamérica mantienen una línea de combinar lo tradicional con lo moderno, teniendo una estrategia multimodal: combinar tecnología con el uso de piezas anatómicas. Una ventaja de las piezas anatómicas cadavéricas es observar las variedades anatómicas que demuestran la verdadera constitución del cuerpo humano, considerada una actividad de alto impacto moral, reflexivo, emocional y psicológico (32). Por lo tanto, para algunas escuelas y facultades de medicina y ciencias de la salud, continua siendo fundamental contar con laboratorios de morfología para la enseñanza de la anatomía (17). Además, el material cadavérico facilita y brinda al alumno una primera aproximación a los valores humanísticos, respeto y ética profesional (33).

A su vez varios estudios comparativos concluyen que una mezcla (entre lo tradicional y lo tecnológico) muestra mejores resultados que utilizar cualquiera de ellas por separado (34).

Nuevas tendencias en la enseñanza y aprendizaje de la anatomía humana

En medio de una sociedad y cultura cada vez más innovadora, donde la comunicación y las nuevas tecnologías lideran hoy varios procesos de enseñanza e instrucción, es difícil llegar a pensar que las ciencias básicas en salud, entre ellas la anatomía, no hayan evolucionado y migrado hacia ellas. Sin embargo también es cierto que esto ha sido un proceso lento pero progresivo, no sólo en la adopción, sino también en la aplicación tanto para docentes como estudiantes (35).

El uso de piezas anatómicas reales (cadáveres) es sin duda el estándar de oro y pilar fundamental para la enseñanza de la anatomía (regional, sistémica, quirúrgica, del desarrollo, neuroanatomía, forense y antropológica), pero la legislación de algunos países (entre ellos Colombia) dificultan su obtención, impulsando diversas estrategias para tratar de suplirla (36), mediante sistemas y modelos anatómicos 3D similares

a las disecciones anatómicas, donde se puedan observar en detalle las características y relaciones anatómicas (37).

Cuando se habla entonces de las nuevas tendencias en la enseñanza de la anatomía humana se hace referencia a tecnologías como la realidad virtual (inmersiva) y la realidad aumentada (no immersiva); herramientas y didácticas pedagógicas que pueden romper paradigmas, que solo estaban permitidos a los grandes anatomistas por considerárseles autoridad frente al tema de la anatomía descriptiva por sus grandes hallazgos a partir de su experiencia en la disección de cuerpos. Un objetivo de estas tecnologías (que son recursos y didácticas), es que la persona pueda aprender a partir de experiencias significativas, conceptos que pueden llegar a ser complejos, reemplazando las clases pasivas (38).

La realidad aumentada es una tecnología que combina información digital e información real del entorno (no inmersivo) a través de una cámara, tableta o teléfono móvil. La realidad virtual transporta a los usuarios a un entorno completamente artificial (inmersivo), bloqueando la información del entorno físico (38).

Mediante estas tecnologías se puede modelar la silueta de los órganos (sin contenido interno), modelar órganos por capas (donde si hay contenido interno y relaciones anatómicas promedio) (13), o utilizar imágenes 2D/3D a partir de multicortes de resonancia magnética (RM) de cuerpo entero, regiones u órganos en particular (37).

La interacción se permite por acción del puntero, comandos de voz o reconocimiento de gestos. También existe la retroalimentación táctil (háptica), que es posible mediante dispositivos tipo estimuladores térmicos, vibratorios o mecánicos incluidos en el hardware. Se pueden conseguir desde dispositivos simples de realidad virtual y/o aumentada (incluso de realidad mixta) hasta grandes dispositivos exoesqueléticos que se acoplan al usuario brindando retroalimentación táctil.

La realidad virtual permite acceder a escenarios de anatomía quirúrgica, a través de diferentes aproximaciones y predicción de resultados realistas, aunque presenta limitaciones por pérdida de libertad visual y de manipulación por retroalimentación táctil (39). Las mesas tridimensionales interactivas (o mesas de disección 3D) son también consideradas tecnologías con un gran potencial educativo que brinda al estudiante la oportunidad de explorar la anatomía en un tamaño real.

Otra tendencia es la impresión 3D. Las impresiones 3D son otra alternativa, complementaria, para la enseñanza de la anatomía regional y por sistemas. Consiste en la creación de estructuras tridimensionales, mediante fabricación por adición (elaboración por superposición de capas de material, generalmente plástico) de manera controlada a partir de planos y modelos virtuales de estructuras anatómicas (que pueden ser escaneadas por RM o tomografía). Una vez se obtienen los modelos virtuales, se tiene la posibilidad de diferenciar varios tejidos (arterias, venas, tejido nervioso, óseo y muscular) donde el proceso de impresión se encarga

de materializarlas recreando diferentes texturas y colores, con el objetivo de obtener modelos con mayor similitud a los órganos reales (40).

Los avances en la impresión 3D han llevado a desarrollos como la impresión de órganos humanos con colágeno para diseñar componentes cardíacos (41) o biocompatible (bioimpresión) (42), dejando de lado los modelos de silicona.

Se han ejecutado ensayos controlados aleatorizados que han comparado la efectividad de la enseñanza del sistema ventricular del encéfalo utilizando modelos impresos 3D versus imágenes 3D proyectadas en pantallas digitales. Uno de estos estudios reporta que las impresiones 3D mejoran notablemente la efectividad de la enseñanza del sistema ventricular y aumenta el interés y entusiasmo de los estudiantes, mejorando el disfrute y la actitud. Los autores concluyen que lo anterior puede llevar a estimular la curiosidad del estudiante y conduce a una mejor efectividad de la enseñanza (43).

Una revisión sistemática comparó nueve artículos que evaluaron el proceso de aprendizaje, la comprensión y el disfrute de los estudiantes utilizando modelos 3D versus 2D. Los resultados de los diferentes artículos muestran que en general los estudiantes que usaron modelos impresos 3D completaban las pruebas en tiempos más cortos, mejoraron su rendimiento y comprensión de los principios estudiados (44).

Como regla básica el uso de nuevas tecnologías en la enseñanza de anatomía humana debe permitir un mejor estudio y entendimiento de las diferentes estructuras del cuerpo humano o como mínimo ser equiparable con la enseñanza que ofrecían los modelos anteriormente usados. Estas nuevas tecnologías son prometedoras en el campo educativo, y ofrecen como ventaja una mayor accesibilidad y fácil adquisición para las instituciones educativas, en especial aquellas que optaron por migrar o no utilizar disecciones cadavéricas (45); pero se debe aclarar que estas tecnologías son herramientas didácticas, y no modelos pedagógicos.

Las excelentes y casi ilimitadas ayudas informáticas actuales colaboran y permiten una mayor conceptualización entre estructura y función, pero de ninguna manera reemplazan o sustituyen los modelos de aprendizaje y el entrenamiento en el laboratorio (3).

Reflexiones finales

Un noble propósito de los cursos de anatomía dentro de las facultades de medicina y en otros programas de ciencias de la salud, es acompañar al estudiante para que pueda adquirir los conceptos estructurales y funcionales básicos del cuerpo humano, y a mediano plazo (cuando continúe transcurriendo por su programa, viendo otras ciencias básicas y clínicas) y a largo plazo (en su vida y reaprendizaje profesional) pueda soportar su razonamiento clínico, necesario en procesos de diagnóstico regional en atención primaria, interpretación de imágenes diagnósticas, realización de procedimientos quirúrgicos, dosificación de

tratamientos y procesos de rehabilitación funcional. En un apartado de los estatutos de la Universidad de Florencia (año 1388) fue escrito que nadie puede ser un buen doctor y estar adecuadamente entrenado, a menos que esté familiarizado con la anatomía del cuerpo humano (46).

Los modelos pedagógicos para la enseñanza y aprendizaje de la anatomía humana han sido, son y serán fuente de innovación y desarrollo de herramientas y recursos didácticos. Es así como las herramientas actuales y las tendencias descritas, pueden complementar y dinamizar los modelos pedagógicos, en donde la base consiste en la anatomía descriptiva regional, por sistemas y clínica.

La educación tradicional presencial, debe ser complementada más no reemplazada, por estrategias de educación remota, contenidos en plataforma virtual y en entornos de colaboración digital. De igual forma, las nuevas metodologías de la anatomía informática complementan, dinamizan y mejoran el modelo tradicional (regional y sistémico) y didácticas basadas en disección, proyección o plastinación.

Los modelos de enseñanza y aprendizaje de anatomía perduran y continúan; los grandes cambios están en las herramientas y didácticas pedagógicas, donde el reto finalmente está en integrarlas al proceso de enseñanza.

Queda la gran inquietud de si la virtualidad, y sus diferentes herramientas de anatomía informática por sí solas, pueden reemplazar en su totalidad los laboratorios de anatomía y la didáctica de disecciones cadavéricas, o ser herramientas que permiten integrar y dinamizar varios modelos pedagógicos, incluyendo el modelo tradicional y la disección.

Otro punto de reflexión es la usabilidad o aplicabilidad real de los modelos 3D derivados de la anatomía informática en los cursos de anatomía, puesto que no se puede caer en la falacia de modelos y dispositivos rimbombantes, visualmente muy bien diseñados, pero que ofrecen mínimo detalle anatómico acorde a los modelos de anatomía regional, anatomía por sistemas y anatomía clínica.

Posiblemente un proceso exitoso de enseñanza y aprendizaje de anatomía humana se basa en la combinación de modelos, integración de herramientas y actividades pedagógicas, inclusión de avances tecnológicos, en pro de mejorar y no destruir el modelo clásico basado en el cadáver. La pregunta es ¿cómo mejorar la experiencia educativa del estudiante (personal de salud en formación), generar conocimiento y utilizar varias didácticas para la anatomía humana?

Finalmente, no se trata de modelos buenos y malos, de destruir el modelo clásico e imponer tecnologías de anatomía informática y procesos de educación virtual. No se trata de un asunto de extremos, de igual forma, una enseñanza inesperada por la contingencia COVID-19 es que la virtualidad requiere de presencialidad y contacto humano; al contrario de la pregunta previa a la pandemia 2020 en la educación en general ¿Cómo hacer más virtual y menos presencial la educación?

Referencias

1. **DeCS** - Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. [cited 2018 Mar 27]. Available from: <http://decs.bvs.br/E/homepage.htm>
2. **Anatomía** [Internet]. National Library of Medicine; [cited 2020 Apr 20]. Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/anatomy.html>
3. **Rodríguez-Herrera R, Losardo RJ, Binignat O, Rodríguez-Herrera R, Losardo RJ, Binignat O.** La Anatomía Humana como Disciplina Indispensable en la Seguridad de los Pacientes. *International Journal of Morphology*. 2019;37(1):241–50.
4. **Moore Keith L.** Anatomía con orientación clínica. Tercera. madrid: Editorial Médica Panamericana; 1993. 946 p.
5. **Ortiz-Hidalgo C.** Historia de la patología. In: Valencia Mayoral PF, Ancer Rodríguez J, editors. *Patología* [Internet]. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2015 [cited 2020 Apr 21]. Available from: accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?aid=1120482712
6. **Drake RL, Mitchell AWM, Vogl AW.** Gray anatomía para estudiantes. [Internet]. 3 edición. 2015. Available from: <http://consultaremotap.upb.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat06333a&AN=upb.420039&lang=es&site=eds-live>
7. **Perriard D, Losardo R.** Formación del personal docente auxiliar en Anatomía. *Rev Chilena Anat*. 1996;14:9–12.
8. **van den Tweel JG, Taylor CR.** A brief history of pathology: Preface to a forthcoming series that highlights milestones in the evolution of pathology as a discipline. *Virchows Arch*. 2010 Jul; **457(1)**: 3–10.
9. **Uribe CS.** Evolución de la neurología. In: *Fundamentos de medicina: Neurología*. Séptima edición. Medellín: Corporación para investigaciones biológicas; 2010. p. 1–7.
10. **Dunn PM.** Galen (AD 129-200) of Pergamun: anatomist and experimental physiologist. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2003 Sep;88(5):F441–443.
11. **Romero Reveron R.** Andreas Vesalius (1514-1564): Fundador de la Anatomía Humana Moderna. *International Journal of Morphology*. 2007 Dec;25(4):847–50.
12. **Moore KL, Dalley AF, Agur AMR, Gutiérrez A.** Anatomía con orientación clínica. Madrid (España; Lippincott Williams & Wilkins: Wolters Kluwer ; 2013.
13. **Luna IF, Torres E, Cantillo Mackenzie G, Bohórquez C, Suárez Escudero JC.** ¿Cambiar o mejorar el modelo tradicional de enseñanza y aprendizaje de la anatomía humana en la Facultad de Medicina de UPB? Parte de la respuesta se encuentra en la innovación de didácticas especiales. In: *Experiencias didácticas innovadoras en la Universidad Pontificia Bolivariana Grupo de Investigación Pedagogía y Didácticas de los Saberes (PDS)*. Medellín: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana; 2019. p. 55–63.
14. **McMenamin PG, McLachlan J, Wilson A, McBride JM, Pickering J, Evans DJR, et al.** Do we really need cadavers anymore to learn anatomy in undergraduate medicine? *Med Teach*. 2018; 40(10): 1020–9.
15. **Turney BW.** Anatomy in a modern medical curriculum. *Ann R Coll Surg Engl*. 2007 Mar; 89(2): 104–7.
16. **Estai M, Bunt S.** Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Ann Anat*. 2016 Nov;208:151–7.
17. **Ghosh SK.** Cadaveric dissection as an educational tool for anatomical sciences in the 21st century. *Anat Sci Educ*. 2017 Jun;10(3):286–99.
18. **Sugand K, Abrahams P, Khurana A.** The anatomy of anatomy: a review for its modernization. *Anat Sci Educ*. 2010 Apr;3(2):83–93.
19. **Singh R, Shane Tubbs R, Gupta K, Singh M, Jones DG, Kumar R.** Is the decline of human anatomy hazardous to medical education/profession?—A review. *Surg Radiol Anat*. 2015 Dec;37(10):1257–65.
20. **Azer SA, Eizenberg N.** Do we need dissection in an integrated problem-based learning medical course? Perceptions of first- and second-year students. *Surg Radiol Anat*. 2007 Mar;29(2):173–80.
21. **Aziz MA, McKenzie JC, Wilson JS, Cowie RJ, Ayeni SA, Dunn BK.** The human cadaver in the age of biomedical informatics. *Anat Rec*. 2002 15;269(1):20–32.
22. **Drake RL, McBride JM, Lachman N, Pawlina W.** Medical education in the anatomical sciences: the winds of change continue to blow. *Anat Sci Educ*. 2009 Dec;2(6):253–9.
23. **Dinsmore CE, Daugherty S, Zeitz HJ.** Teaching and learning gross anatomy: dissection, prosection, or “both of the above?” *Clin Anat*. 1999;12(2):110–4.
24. **Fruhstorfer BH, Palmer J, Brydges S, Abrahams PH.** The use of plastinated prosections for teaching anatomy—the view of medical students on the value of this learning resource. *Clin Anat*. 2011 Mar;24(2):246–52.
25. **Chang Chan AY-C, Cate OT, Custers EJFM, Leeuwen MS van, Bleys RLAW.** Approaches of anatomy teaching for seriously resource-deprived countries: A literature review. *Educ Health (Abingdon)*. 2019 Aug;32(2):62–74.
26. **Rees CE, Bradley P, Collett T, McLachlan JC.** “Over my dead body?”: the influence of demographics on students’ willingness to participate in peer physical

- examination. *Med Teach*. 2005 Nov;27(7):599–605.
27. **Triepels CPR, Smeets CFA, Notten KJB, Kruitwagen RFP, Futterer JJ, Vergeldt TFM, et al.** Does three-dimensional anatomy improve student understanding? *Clin Anat*. 2020 Jan;33(1):25–33.
 28. **Mompeó-Corredera B.** Metodologías y materiales para el aprendizaje de la anatomía humana: percepciones de los estudiantes de medicina “nativos digitales.” FEM: Revista de la Fundación Educación Médica. 2014 Jun;17(2):99–104.
 29. **Montemayor Flores BG, Herrera Vázquez I, Soto Paulino A.** Análisis del uso de la Terminología Anatómica entre los Estudiantes de la Asignatura Anatomía de la Licenciatura en Medicina, de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. *International Journal of Morphology*. 2016 Dec;34(4):1280–4.
 30. **Wilson AB, Miller CH, Klein BA, Taylor MA, Goodwin M, Boyle EK, et al.** A meta-analysis of anatomy laboratory pedagogies. *Clin Anat*. 2018 Jan;31(1):122–33.
 31. **Johnson EO, Charchanti AV, Troupis TG.** Modernization of an anatomy class: From conceptualization to implementation. A case for integrated multimodal-multidisciplinary teaching. *Anat Sci Educ*. 2012 Dec;5(6):354–66.
 32. **Rueda Esteban RJ, Hernández Restrepo JD.** HUMAN ANATOMY: SCIENCE, ETHICS, DEVELOPMENT AND EDUCATION. *Revista Med*. 2012 Dec;20(2):6–8.
 33. **Regan de Bere S, Petersen A.** Out of the dissecting room: news media portrayal of human anatomy teaching and research. *Soc Sci Med*. 2006 Jul;63(1):76–88.
 34. **Stanford W, Erkonen WE, Cassell MD, Moran BD, Easley G, Carris RL, et al.** Evaluation of a computer-based program for teaching cardiac anatomy. *Invest Radiol*. 1994 Feb;29(2):248–52.
 35. **Ruiz Cerrillo S.** Enseñanza de la anatomía y la fisiología a través de las realidades aumentada y virtual. *Innovación educativa (México, DF)*. 2019 Apr;19(79):57–76.
 36. **Moro C, Štromberga Z, Raikos A, Stirling A.** The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anat Sci Educ*. 2017 Nov;10(6):549–59.
 37. **Zhang X, Yang J, Chen N, Zhang S, Xu Y, Tan L.** Modeling and simulation of an anatomy teaching system. *Vis Comput Ind Biomed Art*. 2019 Aug 2;2(1):8.
 38. **Huang K-T, Ball C, Francis J, Ratan R, Boumis J, Fordham J.** Augmented Versus Virtual Reality in Education: An Exploratory Study Examining Science Knowledge Retention When Using Augmented Reality/Virtual Reality Mobile Applications. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*. 2019 Feb;22(2):105–10.
 39. **Mohammed MAA, Khalaf MH, Kesselman A, Wang DS, Kothary N.** A Role for Virtual Reality in Planning Endovascular Procedures. *J Vasc Interv Radiol*. 2018;29(7):971–4.
 40. **Tattersall C.** Can 3D printing give a new lease of life to anatomy teaching? *BMJ* [Internet]. 2015 Apr 29 [cited 2020 May 5];350. Available from: <https://www.bmj.com/content/350/sbmj.h1930>
 41. **Lee A, Hudson AR, Shiwarski DJ, Tashman JW, Hinton TJ, Yerneni S, et al.** 3D bioprinting of collagen to rebuild components of the human heart. *Science*. 2019 02;365(6452):482–7.
 42. **Murphy SV, Atala A.** 3D bioprinting of tissues and organs. *Nat Biotechnol*. 2014 Aug;32(8):773–85.
 43. **Yi X, Ding C, Xu H, Huang T, Kang D, Wang D.** Three-Dimensional Printed Models in Anatomy Education of the Ventricular System: A Randomized Controlled Study. *World Neurosurg*. 2019;125:e891–901.
 44. **Langridge B, Momin S, Coumbe B, Woin E, Griffin M, Butler P.** Systematic Review of the Use of 3-Dimensional Printing in Surgical Teaching and Assessment. *J Surg Educ*. 2018 Feb;75(1):209–21.
 45. **Collins JP.** Modern approaches to teaching and learning anatomy. *BMJ*. 2008 Sep 9;337:a1310.
 46. **Park K.** The criminal and the saintly body: autopsy and dissection in Renaissance Italy. *Renaiss Q*. 1994;47(1):1–33.

