

Nuevos Recursos Digitales y 3D en la Enseñanza de Anatomía. Experiencia Internacional Reportada en el “Sectra Users Meeting 2019”, Karolinska Institutet, Suecia, antes de la Pandemia de COVID-19

New Digital and 3D Resources in the Teaching of Anatomy. International Experience Reported in the “Sectra Users Meeting 2019”, Karolinska Institutet, Sweden, Before the Pandemic COVID-19

Pedro Hecht-López¹; Juan Carlos Maturana-Arancibia¹ & Eduardo Parra-Villegas²

HECHT, L. P., MATURANA, A. J. & PARRA, V. E. Nuevos recursos digitales y 3D en la enseñanza de anatomía. Experiencia internacional reportada en el “sectra users meeting 2019”, Karolinska Institutet, Suecia, antes de la pandemia de COVID-19. *Int. J. Morphol.*, 41(3):690-698, 2023.

RESUMEN: El uso de nuevos recursos tecnológicos en la enseñanza de anatomía ha impulsado la necesidad de adaptar el modelo educativo haciéndolo más centrado en el estudiante, dinámico y participativo mediante herramientas digitales y 3D; orientando los conocimientos hacia su aplicación clínica, pero bajo un ajuste curricular que tiende a cursar menos horas presenciales en aula o laboratorio. Este trabajo describe la experiencia local de una nueva Escuela de Medicina en Chile, reportada el año 2018, además y otros trabajos de centros formadores presentados en el “SECTRA Users Meeting 2019 Estocolmo”, Karolinska Institutet, Suecia. Este trabajo describe los reportes orales sobre la aplicación de nuevos recursos digitales como; la mesa de disección digital táctil SECTRA® y modelos anatómicos cadavéricos impresos en 3D Erler-Zimmer®, bases de datos sobre anatomía digital, además, su impacto en el desempeño académico, reportado por usuarios de diferentes países, tales como: Australia, Canadá, Chile, China, Colombia, Estados Unidos de Norteamérica (EUA) y Suecia. Los datos fueron recopilados y analizados a partir de la información reportada en las presentaciones orales y resúmenes entregados por los expositores. La gran mayoría de los países expositores declararon el uso combinado de recursos digitales y 3D sumados a los tradicionales para la enseñanza de anatomía. Sólo el representante de EUA declaró usar exclusivamente recursos digitales (en laboratorio y en línea), experiencia correspondiente a una joven e innovadora escuela de medicina. La mayoría de los centros docentes declaró utilizar la mesa de disección digital en una amplia proporción de sus contenidos curriculares, en asociación a plataformas tipo RIS/PACS como IDS7 portal de SECTRA o las utilizadas por el centro formador. El uso de nuevas tecnologías digitales y 3D ha ganado un importante espacio en el currículum de la enseñanza de anatomía, complementando el uso de los recursos tradicionales.

PALABRAS CLAVE: Anatomía clínica, disección digital, mesa táctil, impresión 3D, enseñanza universitaria.

INTRODUCCIÓN

El uso de nuevos recursos digitales en la enseñanza de anatomía humana tiene diferentes precedentes tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo, según la capacidad económica y recursos de cada institución para conseguir las innovadoras herramientas tecnológicas usadas en la enseñanza de nuevas generaciones de estudiantes de ciencias de la salud.

Para los laboratorios de anatomía que cuentan con mesas de disección digital o programas informáticos de

morfología alojados en computadores dedicados a la docencia, el grado de implementación y desarrollo depende también de la posibilidad de acceso a las diferentes tecnologías de la información y comunicación (TIC) que generalmente funcionan en base a la web.

En nuestro laboratorio la integración de estas TIC mediante el acceso a una red de internet de alta velocidad y transferencia de datos como RIS/PACS, permite a su vez que el flujo de información entre diferentes equipos de una

¹ Laboratorio de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Tarapacá. Arica, Chile.

² Laboratorio de Biomedicina Experimental, Facultad de Medicina, Universidad de Tarapacá. Arica, Chile.

red de usuarios conectados a la base de datos de imágenes anatómicas, sea también compartida con usuarios de otros países, aprovechando entonces de manera colaborativa los recursos digitales locales, así también visualizar los desarrollados por otras instituciones dedicadas a la educación médica.

En el presente trabajo se informa sobre los nuevos recursos tecnológicos usados por innovadoras universidades de diferentes continentes, centradas principalmente en la implementación de la mesa anatómica de disección digital SECTRA® y sus recursos informáticos de anatomía 3D y modelos anatómicos impresos en 3D, todos quienes reportaron y compartieron sus experiencias de enseñanza en el SECTRA Users Meeting 2019, desde el 18 al 19 de Junio en el Campus Solna del Karolinska Institutet (Fig. 1) en Estocolmo, Suecia, antes que iniciara la pandemia COVID-19, lo cual permite apreciar los innovadores recursos didácticos desarrollados que luego serían ampliamente utilizados en tiempos de crisis por pandemia.

MATERIALES Y MÉTODO

El presente trabajo es de tipo descriptivo, se basa en la observación, recopilación y análisis de las comunicaciones orales aportadas por los expositores del SECTRA Users Meeting 2019, en las diferentes conferencias sobre implementación y uso docente de nuevos recursos de anatomía 3D mediante modelos digitales y físicos impresos en 3D.

De forma complementaria se revisaron los documentos entregados por los diferentes autores en el libro de resúmenes del evento, en conjunto con la información relevante contenida en las láminas de cada presentación proyectada mediante video en cada jornada.

Las impresiones observadas por el autor principal se recogieron y tabularon, para luego realizar una comparación de los enfoques didácticos para la enseñanza de anatomía empleados en cada institución, registrando además imágenes fotográficas para ilustrar el uso de los diferentes recursos didácticos innovadores que se han sumado a los más tradicionales de la enseñanza anatómica.

RESULTADOS

Las observaciones acerca de las distintas modalidades de enseñanza declaradas por los expositores se encuentran resumidas en la Tabla I. En esta se presentan las

didácticas reportadas por institución representante de cada país, desagregados de tal forma que se muestra lo apreciado en cuanto al principal enfoque metodológico sobre el uso de nuevos recursos tecnológicos en la entrega de contenidos prácticos, los cuales pueden ser esencialmente materiales docentes de anatomía clásica (por ejemplo descriptiva y topográfica), anatomía con orientación clínica o quirúrgica, el uso de modelos anatómicos 3D físicos, el uso de medios digitales o un enfoque combinado mezclando a todas estas. También se detalla la utilización o no de preparaciones cadavéricas tradicionales; el uso de mesa de disección digital y el software de anatomía 3D de muestras humanas reales VH dissector®; la utilización o no de una plataforma tipo RIS/PACS tal como la IDS7 portal de SECTRA® para compartir casos anatómicos y radiológicos mediante internet; el uso de impresiones 3D de alta definición Erler-Zimmer® como modelo anatómico físico, siendo réplicas fieles de preparaciones anatómicas cadavéricas realizadas por anatomistas de la Universidad de Monash en Australia; por otra parte se reporta la aplicación de casos de anatomía con orientación clínica dentro de los programas de los cursos disciplinares impartidos y por último la integración de todos estos nuevos recursos técnicos y didácticos en el desarrollo de docencia en programas del pregrado y postgrado valiéndose de las TICs.

En la Tabla I podemos apreciar los nuevos recursos tecnológicos educativos y sus enfoques metodológicos como herramienta didáctica en la enseñanza de anatomía humana. Con un total de 7 instituciones de educación superior de diferentes países (n=7) Se observa que 6 de las 7 instituciones (85,71 %) usan una combinación de recursos didácticos para realizar la docencia, aun cuando algunas de estas muestran el predominio de un enfoque clínico, quirúrgico o digital dentro de lo combinado. Solo una institución presentó un enfoque estrictamente digital (14,29 %) siendo esta una nueva escuela de medicina de EUA. Del total de instituciones que reportaron sus experiencias docentes una de ellas declaró un fuerte uso de la anatomía cadavérica en su programa (14,29 %). Por otra parte 5 centros formadores reportaron un elevado uso de recursos de anatomía digital y 3D digital mediante mesas táctiles (71,42 %). Solo un centro reportó un fuerte uso de modelos anatómicos impresos en 3D de alta definición (14,29 %), quienes justamente son desarrolladores de las réplicas cadavéricas que imprime en Alemania la empresa Erler-Zimmer® (Fig. 2). Con respecto al nivel académico donde se realiza docencia se observa que 3 de las 7 instituciones enseñaban anatomía exclusivamente a nivel de pregrado (42,86 %) y 4 instituciones impartían la materia a pregrado y postgrado (57,14 %).

A continuación se presenta un resumen de las observaciones y registros del autor principal, acerca de las expe-

Tabla I. Recursos educativos para la enseñanza de la anatomía, observados en las presentaciones del “SECTRA Users Meeting 2019, Karolinska Institutet”, Estocolmo, Suecia.

País	Institución	Principal enfoque metodológico de recursos	enfoque de Muestra cadáver	Mesa 3D disecc. digital	IDS7 / portal	3D modelo impreso	Aplicación de casos de anatomía clínica	Docen. Pre grado	Docen. Post grado
Australia	U. Monash	Impresión 3D	+	+	++	+++	-	+	+
Canadá	U. British Columbia	Combinado	++	++	++	-	+	+	+
Chile	U. Tarapacá	Combinado	+	++	+++	+	+	+	-
China	PUMCH Beijing	Clínico, quirúrgico	+	+++	+	-	++	+	-
Colombia	FUCS	Combinado	+	++	++	-	+	+	+
EUA	U. Nevada	Digital 3D	-	+++	++	-	+	+	-
Suecia	Karolinska Institutet	Combinado	+++	++	++	-	+	+	+

+++ muy observado; ++ bastante observado; + observado; - no reportado / no observado; Disecc.: disección; Docen.: docencia; EUA: Estados Unidos de Norte América; U.: Universidad; PUMCH: Pekin Union Medical College Hospital; FUCS: Fundación Universitaria Ciencias de la Salud.

riencias docentes reportadas por cada uno de los centros formadores, que expusieron sobre el uso de nuevas tecnologías en la enseñanza de anatomía humana.

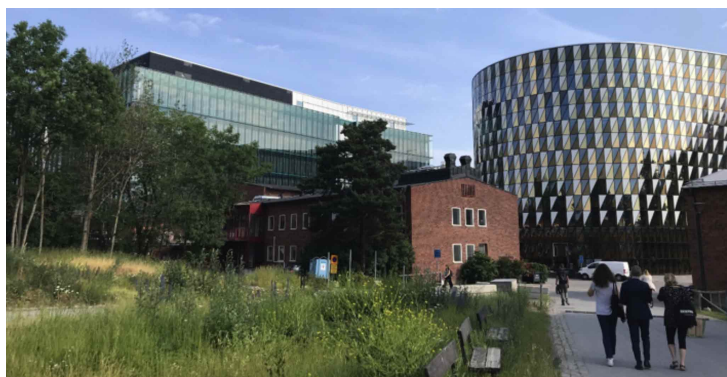
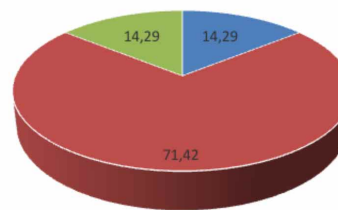


Fig. 1. Campus Solna del Karolinska Institutet en Estocolmo, Suecia. Al fondo se observa la moderna arquitectura del edificio Biomedicum, con la capacidad de albergar aproximadamente a 1.600 científicos en sus laboratorios y oficinas de investigación biomédica.



Fig. 3. El Jefe de la unidad de Neurociencias del Karolinska Institutet en Estocolmo, Dr. Hugo Zeberg presentando las modernas instalaciones para realizar disección en el Laboratorio Berzelius.

% instituciones



■ material cadavérico ■ plataforma digital 3D ■ impresiones 3D

Fig. 2. Gráfico muestra los principales materiales didácticos usados en la enseñanza anatómica y el porcentaje de instituciones que reportan la preferencia por esas estrategias didácticas, en el “SECTRA Users Meeting 2019 Karolinska Institutet, Estocolmo”.

Departamento de Neurociencia, Karolinska Institutet, Suecia. La presentación inaugural correspondió al Departamento de Neurociencia del Karolinska Institutet en el campus Solna, con la presentación del Dr. Björn Meister y el Dr. Hugo Zeberg, exponiendo acerca de la “Enseñanza de la anatomía en el Karolinska Institutet 1890-2020”. Este Departamento cuenta con diferentes áreas de trabajo para anatomía dentro del Laboratorio Berzelius, disponiendo de un total de 1600 metros cuadrados de superficie construida para desarrollar el trabajo en grupos pequeños, salas de seminarios, laboratorios de microscopía, anatomía digital y pabellones de disección. Los recursos tradicionales de anatomía cadavérica se preparan en alguno de los laboratorios húmedos, donde destacan modernas mesas de disección y campanas de extracción de gases y otros residuos, para realizar en forma segura la fijación y preparación de los cadáveres usados en la enseñanza de anatomía (Fig. 3).

En este centro formador, también se ocupan recursos didácticos tradicionales, se enseñan los temas anatómicos mediante preparaciones cadavéricas humanas, cuya colección es producto de la misma unidad académica. Se debe mencionar que en la parte seca del laboratorio también se dispone de maquetas anatómicas del tipo "modelo Clay" (Fig. 4), para facilitar el proceso de aprendizaje inicial y orientar a los alumnos hacia el estudio del detalle y variantes mediante la anatomía cadavérica. Por otra parte ese mismo departamento cuenta con un completo laboratorio docente de microscopía, donde se puede estudiar de manera tradicional los aspectos prácticos de las preparaciones de embriología e histología.

Con respecto a los nuevos recursos digitales para la enseñanza, este departamento cuenta con una mesa táctil de disección digital SECTRA® conectada en red con la base de datos IDS7 SECTRA® para acceder a los programas VH dissector® y Education Portal SECTRA®. Cabe destacar que, además, el Karolinska Institutet tiene dos mesas SECTRA® en el Centro de entrenamiento de habilidades clínicas y una mesa SECTRA® asignada al proyecto de investigación en planificación quirúrgica. Estas últimas plataformas digitales permiten acceder a casos anatómicos con orientación a la clínica valiéndose de importante información diagnóstica aportada mediante exámenes de radiología. Todo lo anterior permite a su vez la integración y colaboración con la docencia de pregrado y post grado.

Departamento de Radiología, Escuela de Medicina, Universidad British Columbia, Canadá. El Director del Departamento, Dr. Bruce Forster presentó la ponencia "Disecionando nuestra experiencia: entusiasmo y desafíos de la Universidad British Columbia". Este programa de anatomía se aplica desde el año 2011, destacando que en su laboratorio de anatomía se entrega la docencia morfológica mediante un enfoque que combina los recursos clásicos de la anatomía descriptiva y topográfica, pero con énfasis en su correlación clínica mediante las imágenes obtenidas por tomografía computada, resonancia magnética y otras técnicas de imagenología. El grupo docente está conformado por un grupo de especialistas donde destaca la presencia de médicos radiólogos, por lo cual el énfasis de la enseñanza está orientado hacia aplicar los contenidos de anatomía normal en casos clínicos, los que son apoyados por diferentes exploraciones mediante imágenes médicas (Fig. 5). Entre las metodologías para impartir las materias se aplica la clase invertida y el trabajo autónomo mediante el desarrollo de actividades en línea vía internet, estos últimos recursos se encuentran disponibles en forma gratuita en los formatos de página web y aplicación para teléfono móvil, siendo utilizados también en otras partes del mundo. El trabajo práctico se desarrolló mediante 48 grupos de disección de aproximadamente 6 alumnos cada uno, con n=288 alumnos ingresados a primer año de medicina el año 2019. Además se declaró que ofrecieron actividades extracurriculares voluntarias a los alumnos del primer año, mediante un club de anatomía digital para reforzar el estudio de las materias. Se realizaron encues-



Fig. 4. Modelos anatómicos "tipo Clay" usados para la enseñanza de anatomía humana en el Laboratorio Berzelius del karolinska Institutet, Estocolmo.

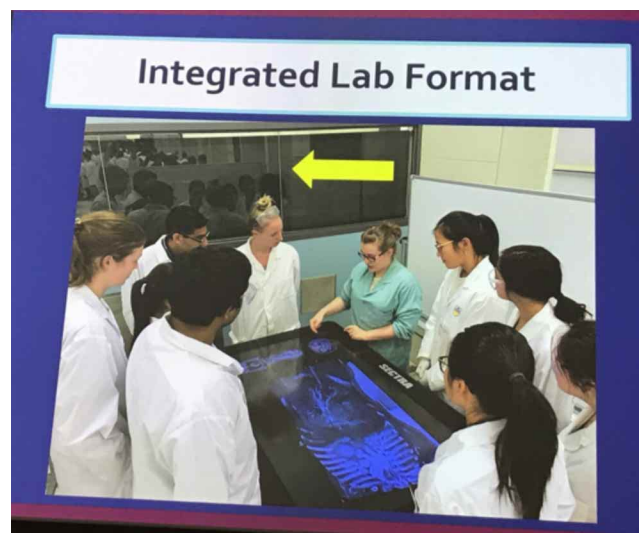


Fig. 5. Experiencia docente reportada por la Escuela de Medicina de la Universidad British Columbia. Se observa su Laboratorio de Anatomía con formato integrado. La flecha amarilla apunta a los grupos de trabajo en la sala de disección tradicional, que se encuentra adyacente al área de trabajo destinada a la mesa táctil de disección digital.

tas a los alumnos, acerca del valor educacional de los recursos ocupados, donde la mayoría de los estudiantes indicaron que: "la disección digital fue un valioso aporte a su aprendizaje". Cabe destacar que la experiencia docente de este grupo, sobre el uso de la mesa anatómica de disección digital SECTRA® y su enfoque metodológico aplicado a la clínica fueron presentados en el congreso anual de la Sociedad Radiológica de Norteamérica del año 2018, donde fue premiado.

Laboratorio de Anatomía, Escuela de Medicina, Universidad de Tarapacá (UTA), Chile. Representando a esta unidad académica, el Dr. Pedro Hecht López expuso el tema: "Implementación de un laboratorio de Anatomía con recursos digitales y 3D a través de un enfoque combinado, 3 años de experiencia en una nueva Escuela de Medicina. Al momento de presentar la experiencia docente, el Laboratorio de Anatomía de la UTA contaba con 3 años de funcionamiento, impartiendo docencia a un total de 105 estudiantes durante ese tiempo. Los contenidos disciplinares se enseñaron mediante un enfoque combinado, es decir, recursos didácticos tradicionales y nuevas tecnologías, sumados a estrategias educativas activas y participativas centradas en el estudiante. Los recursos tradicionales correspondieron a la preparación de 15 cuerpos humanos en estado de osamenta, los que fueron donados desde el Cementerio Municipal de Arica hacia nuestro laboratorio, gracias a un convenio de colaboración con fines de la enseñanza médica, de acuerdo con las exigencias de la normativa y legislación vigente en Chile. La bibliografía del curso se implementó con textos tipo tratado de anatomía con orientación clínica, atlas de dibujos anatómicos y atlas fotográficos de anatomía humana. Las nuevas tecnologías implementadas fueron un cadáver sintético Syndaver®, réplicas de disecciones cadavéricas humanas impresas en 3D de alta definición Erler-Zimmer®, una mesa táctil de disección digital SECTRA® y su estación de trabajo complementaria tipo pantalla táctil, las que se conectaban a la base de datos anatómicos digitales mediante los programas VH dissector® y Education Portal / IDS7 SECTRA®. Los rendimientos académicos para las tres primeras cohortes de estudiantes fueron considerados muy buenos y reproducibles durante ese tiempo.

Departamento de Otorrinolaringología, Peking Union Medical College Hospital, Beijing, China. Llevando la experiencia de este grupo, el Dr. Xu Tian junto al Dr. Hua Yang presentaron la ponencia titulada: "Reconstrucción en tiempo real de la tecnología de simulación virtual SECTRA 3D, en la enseñanza de anatomía en otorrinolaringología: 4 años de experiencia docente en PUMC". En esta presentación se mostraron los resultados de su experiencia educativa, en la implementación de un programa de entrenamiento de contenidos anatómicos prácticos, para el curso de

pregrado de Otorrinolaringología en la carrera de medicina. El enfoque metodológico ocupado fue de interacciones en tiempo real entre docente-estudiante y estudiante-estudiante, además del trabajo grupal para resolver en forma lúdica las aproximaciones quirúrgicas, considerando el aprendizaje profundo de la anatomía de las regiones nariz, oído y garganta de esta especialidad. Se realizó la docencia directa para 234 estudiantes de pregrado en la carrera de medicina utilizando fundamentalmente la mesa táctil de disección anatómica SECTRA® para estudiar los casos clínicos y realizar planificación quirúrgica. Por otra parte también se ocuparon módulos de actividades tipo aprendizaje basado en problemas o casos (ABP). Para evaluar la percepción de los estudiantes sobre la docencia recibida, se realizó una encuesta en la cual se recuperaron n=75 cuestionarios, encontrando en sus resultados que los estudiantes en su mayoría declararon "preferir la combinación de sistemas de enseñanza tradicional y digital 3D".

Programa de Anatomía, Escuela de Medicina, Universidad de Nevada, Las Vegas, EUA. El Director de esta unidad Dr. Jeffrey Fahl presentó el tema "Construyendo un plan de estudios de anatomía usando solo tecnología virtual". Este innovador programa puso en marcha su laboratorio de anatomía para una nueva escuela de medicina el año 2018, usando solamente recursos digitales, la única impartiendo anatomía con ese enfoque en EUA. El número de estudiantes corresponde a 60 alumnos de primer año de medicina, los que para las actividades prácticas se distribuyen en dos secciones de 30 estudiantes y al mismo tiempo grupos pequeños de 6 alumnos cada uno, quienes van rotando por cada una de las 5 estaciones de trabajo de su sección. El laboratorio físico dispone de 6 mesas de disección digital SECTRA® (3 mesas asignadas a cada sección de estudiantes) implementadas con los software VH dissector® y Education Portal / IDS7 SECTRA® disponibles para trabajo en tiempo real con sus docentes, a esto se añaden 2 estaciones, una dedicada a la demostración de embriología y una estación dedicada a radiología. El diseño de la asignatura permite el acceso remoto para sus alumnos las 24 horas del día mediante internet y complementar el estudio autónomo de la parte práctica de anatomía, con un gran énfasis en la integración de la anatomía radiológica a las materias tradicionales de la asignatura, configurándose así un laboratorio virtual. En cuanto a las estrategias didácticas se da importancia al trabajo grupal mediante la disección digitalizada y reconstrucción de estructuras anatómicas en 3D y el desarrollo de aprendizaje basado en problemas o casos anatómicos con orientación hacia la clínica. Este enfoque de enseñanza de la anatomía totalmente mediante recursos digitales viene a ser una estrategia estrechamente alineada con el perfil y forma de aprendizaje de los estudiantes nativos digitales del siglo 21.

Laboratorio de Anatomía, Facultad de Medicina, Fundación Universitaria Ciencias de la Salud, Colombia. Los académicos encargados del Laboratorio de Anatomía de la FUCS Prof. Aurora Moreno MSc. junto al Prof. David Escalante MSc. presentaron la ponencia: "SECTRA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la morfología humana". En esta experiencia educativa, los expositores plantearon un enfoque combinado de enseñanza, que persigue complementar el estudio de la anatomía cadavérica con el uso de nuevos recursos tecnológicos. Los estudiantes aprenden mediante la práctica activa usando la metodología "acción-investigación", lo anterior responde a la preocupación de los docentes sobre el cómo mejorar los métodos para que los estudiantes aprendan de manera más efectiva. Esto se ocupó tanto para estudiantes de ciencias de la salud de los niveles de pregrado como de postgrado, teniendo una aplicación multidisciplinaria en las áreas básica y clínica. El uso de la mesa táctil digital SECTRA® ha permitido fortalecer la enseñanza de la planificación quirúrgica en diferentes especialidades y el trabajo cooperativo con la unidad de histología favoreciendo también el aprendizaje con sus recursos digitales. La evolución de la experiencia reportada abarca desde el año 2017 al 2019, donde se encontró que los profesores neófitos en esta tecnología requieren un entrenamiento aproximado de 6 semanas para aprender el uso de la mesa anatómica y ocupar sus potencialidades para la docencia de pre y post grado. A la fecha de su reporte este grupo de trabajo se encontraba desarrollando una base de datos de microfotografías digitales con fines docentes, incluyendo muestras de histología normal y anatomía patológica, capaz de ser albergada en la plataforma IDS7 y a través de ella ser compartida a usuarios de otros países del mundo para la enseñanza anatómica.

Centro para la educación en anatomía humana, Universidad de Monash, Australia. Los académicos de este centro para la educación de la Universidad de Monash, Dr. Colin Primrose y Dr. Paul McMenamin presentaron sus experiencias como desarrolladores de contenidos para la enseñanza. El primero de ellos abordó la manera más provechosa de ocupar los recursos anatómicos digitales y 3D subidos a la plataforma IDS7 SECTRA® obtenidos a partir de las colecciones de anatomía cadavérica preparadas con fines de enseñanza. El segundo expositor presentó el tema titulado: "La historia detrás de la creación de recursos anatómicos impresos en 3D en la enseñanza médica y biomédica: el uso de los datos en las mesas SECTRA® y el próximo viaje - Realidad Virtual". En la ponencia se expuso en detalle el trabajo de este centro universitario donde anatomistas expertos realizan la disección cadavérica de segmentos corporales de interés pedagógico, obteniendo los preparados que luego de fijados, serán escaneados y digitalizados en datos que permiten reconstruir sus volúmenes en 3D. Estos pre-

parados además son registrados y almacenados digitalmente en fotografías y videos que luego subidos como material complementario a la plataforma Education Portal / IDS7 SECTRA® facilitarán el estudio como casos disponibles en la mesa táctil de disección digital SECTRA®. Estos datos digitales permitieron la impresión 3D en alta definición de modelos sólidos realizados por la empresa Erler-Zimmer® en Alemania, replicas que reproducen exactamente la anatomía cadavérica de los preparados originales, permitiendo el acceso a este tipo de información y detalle anatómico a los estudiantes que no pueden acceder a muestras cadavéricas en centros formadores sin anfiteatros dedicados a la disección cadavérica clásica. Una altruista labor cumplió este mismo grupo de académicos, al conseguir los fondos necesarios para costear la impresión en 3D y realizar la copia de una colección completa correspondiente a todo un cadáver de su proyecto, para donarla a la "AM Daglioti Medical School", de la Universidad de Liberia, África, quienes por razones coyunturales de ese país no disponían de un staff de anatomistas, ni cadáveres para la enseñanza anatómica. Finalmente cabe destacar que a la fecha de la presentación de su experiencia, este grupo de trabajo de Australia se encontraba implementando la tecnología de realidad virtual para reproducir la colección de preparados anatómicos en 3D y visualizarlos en un "laboratorio virtual" mediante esa modalidad y dispositivos.

Sesiones de trabajo. En conjunto con las presentaciones realizadas por los expositores de cada grupo internacional, se realizaron sesiones de trabajo en formato de workshop, lideradas por especialistas en el desarrollo de nuevas tecnologías y estrategias didácticas para la enseñanza de la anatomía humana (Fig. 6). Estos provenían del trabajo en conjunto entre la empresa SECTRA® y Linköping University de Suecia en cuanto al desarrollo digital y por otra parte, del trabajo de la empresa Erler-Zimmer® de Alemania en conjunto con Monash University de Australia, en cuanto al desarrollo de impresiones anatómicas en 3D de alta definición. En primer lugar se presentó el tema de "Creación de contenido docente", en el cual se llevó a la práctica el uso de herramientas de modelado digital, mediante el software IDS7 SECTRA® para crear imágenes o videos sobre temas anatómicos a partir de segmentos corporales previamente escaneados. Posteriormente se abordó el tema: "Creando una historia: el cerebro", en esta sesión ocupando el mismo software, cada grupo de trabajo pequeño, diseñó una secuencia de imágenes interactivas con ejercicios de rotulado que abordarían sucesivamente: la embriología, histología, anatomía craneana y cerebral incluyendo sus vasos sanguíneos, para luego integrarlas a la correlación clínica ocupando para ello un innovador examen al encéfalo mediante resonancia magnética (RM) de 7 Tesla (T) disponible en la base de datos IDS7® y posteriormente diseñar un ejercicio de rotulado de



Fig. 6. Expositores y educadores que asistieron a las presentaciones, trabajando en conjunto durante las sesiones workshop en las salas de Seminario del Edificio Biomedicum, Karolinska Institutet. En la imagen se aprecia la creación de casos de neuroanatomía aplicando nuevas tecnologías digitales y 3D para la enseñanza anatómica.

las estructuras anatómicas visibles en ese examen mediante imágenes médicas. Finalmente se presentó el tema: "Flujo de trabajo en una clase de anatomía", en este se abordó de manera interactiva, la forma de integrar los nuevos recursos, tal como la mesa táctil de disección digital a los trabajos prácticos de anatomía, considerando al mismo tiempo la "perspectiva del estudiante" y la didáctica de los docentes, con el objetivo de lograr el aprendizaje profundo de contenidos orientados hacia la clínica.

DISCUSIÓN

El uso de nuevas tecnologías digitales y 3D como herramientas didácticas que complementan la enseñanza de la anatomía humana, han sido reportadas previamente por grupos de académicos innovadores y desarrolladores de estos recursos que logran integrar lo físico con lo virtual (McMenamin *et al.*, 2014). El producto de esas investigaciones se ha aplicado con éxito en los laboratorios de anatomía y diversos centros formadores de profesionales de la salud, tal como se ha reportado en varios meta análisis (Yamine & Violato, 2015, 2016). Por otra parte, la manera de integrar didácticamente los recursos anatómicos clásicos, en conjunto con innovaciones, tales como las técnicas de imágenes médicas, han sido muy bien articulados y propuestos ya desde los primeros años del siglo XXI, dando así las directrices sobre cómo organizar un eficiente programa de anatomía orientado hacia la clínica (Rizzolo *et al.*, 2006).

Es así como lo expuesto previamente tiene relación con la "teoría de carga cognitiva", que sin ser un modelo

estrictamente basado en la neurociencia, recoge el conocimiento empírico de los enfoques integrados de enseñanza, para optimizar la cantidad de contenidos y las estrategias didácticas, a fin de entregarlos sin producir una sobrecarga en el estudiante, apuntando también a movilizar emociones con el fin de motivarlo al estudio personal y lograr un conocimiento profundo de los temas tratados, que perdure en el tiempo y sea utilizado en el ciclo clínico de la formación médica (Talip *et al.*, 2021).

Con respecto a lo anterior y sobre la retención de los temas aprendidos, ya existe evidencia inicial en cuanto a que la combinación de recursos tecnológicos digitales que involucran virtualidad, usados en conjunto con actividades clásicas del laboratorio de anatomía, pueden mejorar el aprendizaje, aumentando la adherencia al estudio personal de los temas y la retención a largo plazo de los contenidos, que luego serán aplicados en las asignaturas clínicas (Baratz *et al.*, 2022).

Para conseguir la integración de los conocimientos anatómicos hacia lo requerido en el ciclo profesional, se ha utilizado la estrategia de introducción de casos de radiología desde el nivel pre clínico inclusive. Entre estos recursos se incluyen radiografías simples (Rx), tomografías computadas (TC) y la exploración mediante Resonancia Magnética (RM). Se ha reportado que los estudiantes consideran útil la inclusión de estos recursos complementarios, sin aumentar la dificultad de la asignatura ni perjudicar el rendimiento académico (Rathan *et al.*, 2022).

Con respecto a la reunión de usuarios reportada en este trabajo, en las secciones previas se analizó la implementación de nuevas tecnologías en la enseñanza anatómica y sus resultados, por cada grupo que presentó su experiencia en educación médica. La mayor parte de ellos usó en gran proporción la mesa táctil de disección digital SECTRA®, plataforma de elección de las instituciones convocadas, aun cuando existen en el mercado otras marcas y modelos de mesas digitales para visualización anatómica. Lo anterior tiene relación con la expedita integración de esta mesa anatómica a la base de datos IDS7® de casos de imágenes médicas, disecciones cadavéricas en 3D, incluyendo además la histología y embriología, a partir de casos reales con interés clínico. Aportando a esto último cabe destacar la innovadora y exitosa experiencia del Karolinska Institutet, quienes han llevado esta integración de recursos anatómicos a la educación médica de pregrado y postgrado de diferentes carreras del área de la salud, considerando la "perspectiva de los estudiantes" al utilizar las tecnologías 3D, las cuales tienen el potencial de crear interés y dar sentido de utilidad al estudio de la anatomía humana (Silén *et al.*, 2022).

En Norteamérica, la experiencia reportada se relaciona con la velocidad de cambio de los currículos para la formación de profesionales de la salud, influenciados a su vez por las recomendaciones de sociedades científicas y especialidades médicas. En el caso de EUA se pudo constatar la experiencia de una nueva escuela de medicina que aplicó un enfoque totalmente digital para la entrega de los temas anatómicos. Por otra parte en Canadá se observó que si bien el enfoque es combinado en cuanto a uso de recursos tecnológicos y tradicionales, existe una marcada orientación hacia la enseñanza de la anatomía radiológica, como piedra angular de la salud moderna, para orientar el diagnóstico y manejo de los casos clínicos (Darras *et al.*, 2020).

En Sudamérica, los grupos que reportaron sus experiencias con las nuevas tecnologías para enseñar anatomía, se encontraron alineados con el enfoque combinado propuesto por los referentes de Suecia en cuanto a lo tecnológico y Canadá en cuanto a la metodología didáctica. La experiencia del grupo de Colombia es meritoria por su esfuerzo de hacer extensiva esta innovadora propuesta a las diferentes carreras de la salud y generar de paso material original para la enseñanza de pregrado y postgrado. En el caso de Chile, para nuestro grupo local, el enfoque combinado propuesto permite introducir las nuevas tecnologías en forma gradual, para permitir los cambios metodológicos y didácticos que requiere un currículum moderno en la formación médica, consiguiendo la adherencia de los estudiantes y docentes, manteniendo buenos resultados en el rendimiento académico a lo largo de la serie reportada (Hecht-Lopez & Larrazábal-Miranda, 2018).

Las experiencias demostradas en esta reunión, donde grupos docentes universitarios de diferentes países de América, Asia, Europa y Oceanía nos ilustraron en esa oportunidad, sobre la magnitud y el tipo de recursos implementados en la enseñanza de la anatomía humana en centros de educación superior innovadores.

La velocidad y potencia con que se han posicionado los nuevos recursos digitales y físicos 3D, además, de la aceptación de estos materiales por los estudiantes del siglo XXI, nos hacen plantear que como educadores debemos estar en constante preparación, anticipándonos a los cambios de paradigma en la enseñanza anatómica y los nuevos escenarios emergentes como la enseñanza virtual y las estrategias planteadas por los expositores justo antes de la aparición de la pandemia por COVID-19.

CONCLUSIÓN. Grupos de diferentes países y de varios continentes convergen en el enfoque metodológico y didáctico combinado, para la adopción de nuevas tecnologías y

favorecer el aprendizaje de la anatomía humana como parte de los estudios en las carreras de la salud.

El uso de nuevas tecnologías digitales y 3D ha ganado un importante espacio en el currículum de la enseñanza de anatomía, complementando el uso de los recursos tradicionales.

Financiamiento: Este trabajo fue financiado por la Universidad de Tarapacá (Arica, Chile) mediante el "Proyecto Mayor de Investigación Científica y Tecnológica UTA mayor – 2022" Código 7705-22

HECHT, L. P., MATURANA, A. J. & PARRA, V. E. New digital and 3D resources in the teaching of anatomy. International experience reported in the "SECTRA Users meeting 2019", Karolinska Institutet, Sweden, before the pandemic COVID-19. *Int. J. Morphol.*, 41(3):690-698, 2023.

SUMMARY: The use of new technological resources in the teaching of anatomy has promoted the need to adapt the educational model, making it more student-centered, dynamic, and participatory through digital and 3D tools, directing the knowledge towards its clinical application, but under a curricular adjustment that tends to take fewer contact hours in the classroom or laboratory. This work describes the local experience of a new School of Medicine in Chile, reported in 2018, and other work from training centers presented at the "SECTRA Users Meeting 2019 Stockholm", Karolinska Institutet, Sweden. This work describes the oral reports on the application of new digital resources such as; the SECTRA® digital tactile dissection table and Eler-Zimmer® 3D printed cadaveric anatomical models, databases on digital anatomy, in addition, its impact on academic performance, reported by users from different countries, such as Australia, Canada, Chile, China, Colombia, United States of America (USA) and Sweden. The data was collected and analyzed from the information reported in the oral presentations and summaries delivered by the speakers. The vast majority of the exhibiting countries declared the combined use of digital and 3D resources added to the traditional ones for teaching anatomy. Only the representative from the USA stated that they exclusively used digital resources (in the laboratory and online), an experience corresponding to a young and innovative medical school. Most of the educational centers stated that they used the digital dissection table in a large proportion of their curricular contents, in association with RIS/PACS-type platforms such as the IDS7 SECTRA portal or those used by the training center. The use of new digital and 3D technologies has gained an important space in the anatomy teaching curriculum, complementing the use of traditional resources.

KEY WORDS: Clinical anatomy; Digital dissection; Touch table; 3D printing; University teaching.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baratz, G.; Sridharan, P. S.; Yong, V.; Tatsuoka, C.; Griswold, M. A. & Wish-Baratz, S. Comparing learning retention in medical students using mixed-reality to supplement dissection: a preliminary study. *Int. J. Med. Educ.*, 13:107-14, 2022.
- Darras, K. E.; Forster, B. B.; Spouge, R.; de Bruin, A. B.; Arnold, A.; Nicolaou, S.; Hu, J.; Hatala, R. & van Merriënboer, J. Virtual dissection with clinical radiology cases provides educational value to first year medical students. *Acad. Radiol.*, 27(11):1633-40, 2020.
- Hecht-Lopez, P. & Larrazábal-Miranda, A. Use of new technological resources in the teaching of a clinical anatomy course for medicine students. *Int. J. Morphol.*, 36(3):821-8, 2018.
- McMenamin, P. G.; Quayle, M. R.; McHenry, C. R. & Adams, J. W. The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology. *Anat. Sci. Educ.*, 7(6):479-86, 2014.
- Rathan, R.; Hamdy, H.; Kassab, S. E.; Salama, M. N. F.; Sreejith, A. & Gopakumar, A. Implications of introducing case based radiological images in anatomy on teaching, learning and assessment of medical students: a mixed-methods study. *BMC Med. Educ.*, 22(1):723, 2022.
- Rizzolo, L. J.; Stewart, W. B.; O'Brien, M.; Haims, A.; Rando, W.; Abrahams, J.; Dunne, S.; Wang, S. & Aden, M. Design principles for developing an efficient clinical anatomy course. *Med. Teach.*, 28(2):142-51, 2006.
- Silén, C.; Karlgren, K.; Hjelmqvist, H.; Meister, B.; Zeberg, H. & Pettersson, A. Three-dimensional visualisation of authentic cases in anatomy learning—An educational design study. *BMC Med. Educ.*, 22(1):477, 2022.
- Talip, S. B.; Ismail, Z. I. M. & Hadie, S. N. H. Investigating the benefits of integrated anatomy instruction: a cognitive load theory perspective. *Educ. Med. J.*, 13(3):1-14, 2021.
- Yammine, K. & Violato, C. A meta-analysis of the educational effectiveness of three-dimensional visualization technologies in teaching anatomy. *Anat. Sci. Educ.*, 8(6):525-38, 2015.
- Yammine, K. & Violato, C. The effectiveness of physical models in teaching anatomy: a meta-analysis of comparative studies. *Adv. Health Sci. Educ. Theory Pract.*, 21(4):883-95, 2016.

Dirección para correspondencia:
Pedro Hecht López
Académico - Laboratorio de Anatomía
Facultad de Medicina
Universidad de Tarapacá
Avenida Senador Luis Valente Rossi
Arica
CHILE

Email: phecht@uta.cl