

Diseño de material didáctico para la enseñanza de anatomía.

Ávila Forero, Juan Sebastián

PhD candidate. Universitat Politècnica de València. Spain. juanseav@gmail.com

Resumen

La dirección de trabajos de grado bajo la temática de diseño y fabricación digital en la Facultad de Diseño, Imagen y Comunicación de la Universidad El Bosque de Bogotá (UEB), tiene como objetivo consolidar las habilidades del oficio del diseñador industrial en formación, con un fuerte componente tecnológico, fortaleciendo sus habilidades de interacción y comunicación con terceros, aportando en su formación cognitiva y ejecución de proyectos de diseño interdisciplinarios con otros campos del conocimiento tradicionalmente no explorados, en este caso específico en la educación en ciencias de la salud, particularmente para los procesos de enseñanza - aprendizaje de anatomía en sus diferentes ámbitos y particularidades. Como temática experimental inicial se seleccionó el desarrollo de material didáctico físico tridimensional para aportar al enfoque educativo de las clases de anatomía y morfología dental de la Facultad de Odontología, que sirvió como escenario de experimentación y que desencadenó la puesta en marcha de diversos proyectos similares con diferentes departamentos en la Universidad, pretendiendo facilitar la experiencia de enseñanza-aprendizaje, garantizando a los estudiantes una formación teórico-práctica a través de herramientas y recursos tridimensionales -simuladores de la realidad-, teniendo como característica una mejor apropiación de la información, a partir de la interacción directa con el conocimiento. El presente artículo busca ejemplificar el uso que se le puede dar a las tecnologías de diseño y fabricación digital, para expandir el abanico de oportunidades que desde la academia se pueden transmitir a los estudiantes, y puedan comenzar a permear campos del conocimiento poco tradicionales para el oficio del diseñador industrial, desmitificando su perfil como solamente configurador de la forma, perfilándose como un articulador líder de proyectos en un ámbito de trabajo multidisciplinar. Por medio de la planificación de un proyecto de diseño, profundizando el conocimiento en técnicas de modelado orgánico y escultura digital, y aprovechando el boom de la fabricación digital. Con impresoras de modelado por deposición fundida (FDM) se pueden crear modelos didácticos complejos. Desde la dirección de trabajos de grado, con la temática de diseño y fabricación digital y como estrategia para alimentar los resultados de la Investigación Doctoral en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales de la Universitat Politècnica de Valencia (UPV), denominada "Implementación de tecnologías de diseño y fabricación digital aplicadas en la enseñanza de Anatomía. Caso Estudio: Universidad El Bosque de Bogotá - Colombia", se presentan los resultados del primer año y medio de trabajo teniendo como base algunos resultados de trabajos de fin de carrera de los estudiantes bajo la dirección del profesor Juan Sebastián Ávila, doctorando de la UPV.

Palabras clave: *diseño, anatomía, enseñanza, impresión 3D, interdisciplinaridad.*

Abstract

The present work is part of the Doctoral Research in Design, Manufacturing and Industrial Projects Management of the Universitat Politècnica de Valencia (UPV) and is incorporated in the PhD project called "The implementation of digital design and manufacturing technologies in the teaching of anatomy". It is based on the experience as a thesis director in the Design Faculty of the University El Bosque in Bogotá (UEB). The project discussed thereafter aims to strengthen the skills of students in Industrial design. With a strong technological component, the project's method relies on the elaboration of a design project, ersity El Bosque in Bog in order to deepen the knowledge of organic 3D modeling techniques and do strengthen the skills igital sculpture, taking advantage of the boom in digital manufacturing. Thlogical component, the e project focuses on strengthening the students' communicative and inten project, in order to dractive skills with third parties, it particularly empowers the cognitiques and digital sculptuve abilities needed to work in an interdisciplinary environment. Here thuring. The project focuse study case concentrates on education in health sciences, specifically the tand interactive skillseaching and learning of anatomy in different disciplines. In the initial cognitive abilities nphase of the project, 3-dimensional physical teaching materials were selected to provide the pedagogical approach to Anatomy and Dental Morphology classes of the Faculty of Dentistry.

Said materials constituted the starting point for further experiences and indeed it triggered the implementation of various similar projects with other departments at the UEB, all aiming to facilitate the experience of teaching - learning, guaranteeing students a theoretical and practical training through three-dimensional resources. The main feature of such training consists in a better comprehension of information, thanks to a direct and concrete interaction. This article seeks to illustrate the use given to digital design and manufacturing technology to expand the range of opportunities that could be transmitted to students in academia and such process could permeate non-traditional fields for future industrial designers, demystifying their profile solely as form-esthetics configurators toward eventually emerging as leading projects coordinators in a multidisciplinary field of work. 3D printers of fused deposition modeling (FDM) can create complex didactic models. The present paper will discuss the results of the first year and a half of work based on the academic results of design students under the direction of Professor Juan Sebastián Ávila, PhD student at the UPV.

Keywords: *design, anatomy, teaching, 3DPrint, interdisciplinary.*

1. Introducción

El presente artículo busca ejemplificar el uso que se le puede dar a las tecnologías de diseño y fabricación digital, para expandir el abanico de oportunidades que desde la academia se pueden transmitir a estudiantes de carreras afines al diseño y la creación, permeando campos del conocimiento poco tradicionales para el oficio del diseñador, desmitificando su perfil como solamente configurador de la forma y perfilándose como un articulador líder de proyectos en un ámbito de trabajo multidisciplinar de base tecnológica. Por medio de la planificación de un proyecto de diseño de forma estratégica, profundizando los conocimientos impartidos en técnicas de modelado orgánico y escultura digital, y aprovechando el *boom* de la fabricación digital, con ayuda de tecnologías como impresoras de modelado por deposición fundida (FDM) se pueden crear modelos didácticos complejos para la enseñanza de anatomía en diferentes ámbitos de aplicación como puede ser medicina, odontología o biología entre otros campos de difícil acceso para un estudiante de pregrado de una carrera como el diseño industrial.

2. Enseñanza de anatomía. Antecedentes



Fig. 1. La lección de anatomía del Dr. Nicolaes Tulp - Rembrandt. El cuadro muestra una lección de anatomía impartida por el doctor Nicolaes Tulp a un grupo de cirujanos. El doctor Nicolaes Tulp está representado explicando la musculatura del brazo a profesionales de la medicina.

Desde la academia los estudiantes de ciencias de la salud (Medicina, Odontología, Enfermería, etc) orientan su aprendizaje hacia la práctica clínica, destacando la información anatómica, útil para comprender funcionamientos, procesos exploratorios, enfermedades y tratamientos.

Existen tres métodos de aproximación hacia la enseñanza de la anatomía, descriptiva, topográfica y funcional: i), la anatomía descriptiva muestra cómo es la forma y la estructura de las partes del organismo; ii), la anatomía topográfica o regional divide el cuerpo en unidades imaginarias y convencionales, con objeto de establecer las relaciones espaciales de las distintas estructuras y iii), anatomía funcional, que busca la correlación existente entre las formas del organismo y las funciones que realizan, en un intento de captar la unidad entre forma y función en la materia viva.

Según las ideas del doctor Emilio Martínez (Martínez, 2012), actualmente existen diferentes modelos de enseñanza de la anatomía. Históricamente uno de los más representativos está basado en el estudio de especímenes en prácticas de laboratorio (secciones de cadáveres conservados), de vital importancia para

los estudiantes, al aproximarlos de una forma más realista a los procesos y tareas que llevarán a cabo en su vida profesional, pero que en términos prácticos son difíciles de gestionar. Esto puesto que necesitan de recursos financieros importantes para su consecución, licencias sanitarias, personal de mantenimiento específico, espacios adecuados para las prácticas, y no siempre se garantiza el buen estado de los especímenes para los procesos de enseñanza - aprendizaje que deben estar disponibles en las universidades. Por otra parte, los especímenes tienen la información real, pero no resaltan las características esenciales a estudiar, dificultando la comprensión de su anatomía.

Existe también una gran cantidad de autores y libros representativos que con gráficas de autor, dibujos o fotografías, ilustran con gran detalle y de forma extensa los sistemas anatómicos completos del cuerpo humano. En los últimos años, los modelos virtuales en tercera dimensión y aplicaciones (*apps*) educativas han incursionado con gran fuerza en todos los escenarios y experiencias de enseñanza - aprendizaje en todos los niveles educativos, lo que ha llevado a la masificación de la información, practicidad en los procesos de enseñanza, exactitud, transferencia y detalle de los elementos a estudiar.

Por otra parte, y como tema principal de estudio de este artículo, existen los modelos anatómicos artificiales tangibles, y modelos que por su origen y naturaleza de simulación son prácticos, útiles en procesos de enseñanza al segmentar con códigos de color, contrastes de material, forma o alfanuméricos, las diferentes estructuras anatómicas a estudiar, haciendo el proceso más sencillo de observar, entender y sentir su tridimensionalidad.



Fig. 2. Modelo en plastilina del Nervio trigémino. Anfiteatro Universidad El Bosque. Septiembre 2014

Aunque la conservación de estos modelos en el tiempo es larga y su mantenimiento es poco, muchas veces sus características morfológicas no corresponden a la realidad, al ser solamente modelos didácticos desarrollados sin una plataforma tecnológica adecuada, sin materiales acordes a las texturas encontradas en la realidad, y según el profesor Diego Aldana, - Odontólogo, docente y director de anatomía humana del anfiteatro de la Universidad -, principalmente, sin el apoyo de especialistas en la anatomía particular del modelo didáctico, que guíen el proceso de diseño y de representación tridimensional. Según sus afirmaciones, algunos modelos didácticos que se tienen en el laboratorio, son más decorativos que útiles, al no representar de forma fiel las estructuras anatómicas que los estudiantes deben aprender.

Bajo estas condiciones, la oportunidad de diseño se da en poder reemplazar esos modelos de aprendizaje por unos que estén fabricados con las condiciones técnicas, de diseño y calidad necesarios para su manipulación a gran escala, y con contenido educativo validado.

2.1. Modelos anatómicos, antecedentes y actualidad.

Los primeros modelos tridimensionales anatómicos se remontan al siglo XVIII, donde se documentan las primeras aproximaciones de representar estructuras a través de modelos de cera de abejas, donde médicos-anatomistas con un estricto rigor artístico y científico, construían esculturas anatómicas totalmente a mano, conocidas inicialmente como *Ceras Anatómica* (RIVA, 2001), estos primeros modelos anatómicos explicaban la evolución y las singularidades de la especie humana para poder transmitirlos a aprendices, siguiendo la tradición del humanismo científico, que consideraba que se podía mejorar la humanidad a través de la transmisión del conocimiento.



Fig. 3. Visita de estudiantes de Diseño de producto y trabajo de grado a una lección de anatomía en el anfiteatro de la Universidad. Marzo 2015.

Los modelos anatómicos, son maquetas artificiales tridimensionales que buscan una aproximación a la morfología de un cuerpo y ayuda a su entendimiento, fabricados con la finalidad pedagógica de estudiar y entender la anatomía de un espécimen. Los diversos cambios y evolución en tecnologías, materiales y métodos de fabricación han influenciado de forma directa el avance y las técnicas de investigación y desarrollo de estos modelos, que actualmente se apalancan en el diseño asistido por computador, captura de información en tres dimensiones y tecnologías de impresión tridimensional para crear modelos de fácil manipulación, resistentes y a costos razonables para las dinámicas actuales de enseñanza, en donde los estudiantes están más involucrados en procesos de interacción directa con información específica.



Fig. 4. Modelo anatómico de cuello y cabeza en polímeros de alto impacto. Anfiteatro Universidad Universidad El Bosque – Bogotá

Adicionalmente existe la plastinación, una técnica de preservación de material biológico desarrollada por el médico Alemán Gunther Von Hagens, utilizada por un centenar de instituciones y laboratorios alrededor del mundo para conservar por medio del reemplazo de tejidos orgánicos con polímeros especímenes anatómicos fieles a los originales. (LÓPEZ, 2012)

Entre los ejemplos específicos del avance en estas técnicas y ramas de estudio, encontramos diferentes referentes de trabajo en el mundo denominados *Biorélicas*, estructuras que intentan reproducir de forma fidedigna modelos anatómicos para ser implantados en pacientes. (CALVO-GUIRADP, 2011) En un nivel inferior, encontramos los modelos comerciales que reproducen sistemas fisiológicos y morfológicos que con texturas, colores y simulación de su biomecánica no totalmente realista, se utilizan como medio para ilustrar de forma didáctica y de visualización los sistemas que componen la anatomía humana.

Los modelos anatómicos que se encuentran en el mercado, según especialistas consultados en la Universidad El Bosque tienen bastantes limitaciones en su forma de presentación y muchos de ellos no tienen una morfología apta para su estudio, sus técnicas de fabricación no los hacen aptos para un uso a gran escala, al ser manipulados por una gran cantidad de estudiantes de ciencias de la salud año a año. Aunque existe una gran variedad de modelos anatómicos que reproducen con un nivel de precisión bastante elevado los detalles de las estructuras anatómicas y de cada uno de sus segmentos, estos tienen cualidades y puntos débiles ya sea por sus relaciones de costo, oferta, precisión, o distribución, que los hacen no ser los más adecuados para adquirir por instituciones educativas.

En Colombia y particularmente en las universidades, algunos modelos son desarrollados por el propio interés de profesores e investigadores, o por los propios estudiantes interesados en alguna temática en particular, con materiales poco duraderos a través del tiempo como yeso, plastilinas, espumas de poliuretano, entre otras, con una baja o nula capacidad de reproducción serial y con una capacidad deficiente en su manipulación, en muchos casos son más objetos de decoración y ambientación, que verdaderos modelos didácticos de estudio.



Fig. 5. Modelo anatómico de un molar humano, fabricado por estudiantes y docentes de la Facultad de odontología de la Universidad.

Por otra parte, los modelos didácticos y libros de anatomía representan en muchas ocasiones conceptos errados de la verdaderas estructuras anatómicas que se pueden encontrar en un espécimen; sin embargo, estas diferencias son positivas en el sentido que ningún espécimen es igual a otro, lo que ayuda a los estudiantes a identificar elementos anatómicos generales mejorando su riqueza sensitiva; conceptos como que las arterias son rojas, las venas son azules y los órganos de colores son solamente estrategias comunicativas y didácticas que ayudan a ilustrar y reforzar los conceptos desde un punto de vista académico, enseñando que no hay estructuras perfectas ni caminos estandarizados en el conocimiento anatómico.

Aunque es de vital importancia el aprendizaje a través del contacto con órganos reales con técnicas como la disección y la prosección⁷⁵, existe una tendencia creciente en la búsqueda y desarrollo de simuladores que ayuden a mejorar las experiencias de enseñanza - aprendizaje, teniendo una alta tendencia hacia la virtualización y el desarrollo de herramientas tecnológicas de aprendizaje basados en la representación 3D en interfaces 2D (pantallas táctiles), que aunque tienen la ventaja de la transferencia, exactitud en la representación e interactividad, pierde en materialidad y en la aproximación a las características sensoriales en los procesos de formación teórico - práctica.

3. Diseño y fabricación digital

El auge y desarrollo de los últimos años en temas relacionados con el diseño y la fabricación digital en la academia, ha tomado mucha fuerza dada la popularización y reducción de costos en la adquisición de los dos grandes segmentos que componen esta área de desarrollo, software y hardware. En 2009 con la

⁷⁵ Prosección implica la disección de un cadáver por un profesional, para el propósito de demostrar técnicas específicas y las características anatómicas de interés particular

expiración de las patentes de tecnologías *FDM Fused Deposition Modeling* o Modelado por deposición fundida popularmente conocido como impresión 3D, (HERNÁNDEZ, 2013) ha atraído a grandes empresas y empresas emergentes a tener su propia oferta de impresoras, escáner y software 3D entre otros dispositivos.

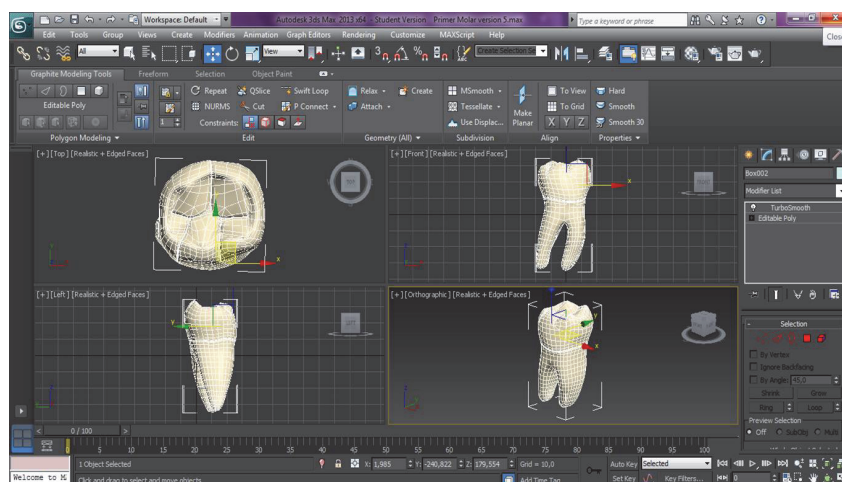


Fig. 6. Proceso parcial de modelado orgánico en 3D Max, estudiante de trabajo de grado Laura Chaparro - UEB.

Cabe aclarar que esto no significa que aún sea para uso popular como una impresora casera dada su complejidad técnica, y conocimientos específicos para poder obtener un modelo impreso, aunque el concepto de impresora 3D personal todavía está en evolución, ha atraído a diferentes ámbitos del conocimiento a integrar estas tecnologías en sus procesos, generando espacios de trabajo interesantes que aún están en etapa de maduración.

Como resultado de estos procesos la impresión 3D de bajo costo *FDM*, se está introduciendo en el ámbito académico, resultando en nuevas posibilidades de educación que desde el Diseño, puede ayudar a permear otras profesiones, en este caso las ciencias de la salud. Como experiencia a resaltar en la Universidad El Bosque se ha encontrado una relación directa entre la demanda de modelos didácticos para la enseñanza de Anatomía de facultades como Odontología o Medicina y los procesos de desarrollo en diseño orgánico, escultura y fabricación digital que se llevan a cabo en la facultad de Diseño y su laboratorio de modelos y prototipos donde la teoría se transfiere rápidamente a objetos físicos, que se pueden tocar y validar en un ambiente educativo.

4. Línea de investigación en tecnologías aplicadas al diseño de productos. Facultad Diseño, Imagen y Comunicación UEB.

El desarrollo de modelos, material didáctico y de simulación para áreas de la salud de la Universidad El Bosque, es algo que cada disciplina gestiona de forma independiente con sus propios recursos recurriendo a proveedores externos para adquirir materiales educativos. Actualmente con el proyecto de integración desde la Facultad de Diseño, se ha generado integrando conocimientos y oficios comenzado a desarrollar proyectos de simulación, donde la formulación de proyectos, la fabricación y la gestión inter facultades se articulan para crear interfaces de aprendizaje bajo la mirada y metodologías del diseño industrial, con la ventaja de desplegar el *know-how* en detalle para el desarrollo particular de necesidades propias de cada

asignatura en los procesos de enseñanza-aprendizaje de anatomía en sus diferentes particularidades, dando relevancia a las herramientas digitales y al desarrollo integrado, donde los estudiantes de diseño asumen la importancia de su trabajo en un equipo multidisciplinar desde una etapa temprana de formación y con un escenario amplio de exploración.



Fig. 7. Profesor Andrés Rodríguez de la facultad de Odontología y la estudiante Laura Chaparro de Diseño Industrial en una sesión de retroalimentación con modelos previos de comprobación con modelos impresos en 3D.

4.1. Resultados

Hasta el primer semestre de 2016 se han desarrollado siete proyectos relacionados con la temática planteada en este artículo dentro de la línea de investigación formada a mediados de 2014 por el profesor Juan Sebastián Ávila, y para final de 2016 se presentarán cinco proyectos adicionales con un grado de complejidad más alto, al incluir temáticas de simulación para entrenamiento quirúrgico.

El primer proyecto fue presentado en la novena edición del salón académico de la Universidad El Bosque en el mes de Mayo de 2015 a cargo de la estudiante Laura Chaparro, en un trabajo conjunto entre la Facultad de Diseño y la Facultad de Odontología específicamente para la asignatura de Morfología dental a cargo del Doctor Andrés Rodríguez, docente de la asignatura y que participó activamente en el desarrollo del proyecto piloto. Resultando en el desarrolló un modelo didáctico del Molar Inferior # 36 con técnicas de diseño y fabricación digital para facilitar la experiencia de enseñanza.

4.1.1. Anatomical 3D.

Proyecto para el desarrollo de material didáctico para la enseñanza de morfología dental por medio de herramientas de escultura digital, impresión 3D con enfoque multidisciplinar.



Fig. 8. Modelos impresos finales en PLA, esculpidos digitalmente y pintados a mano, estudiante dirigido Laura Chaparro.

Posteriormente partiendo del interés de diferentes facultades por integrarse al proyecto surgieron seis proyectos más que fueron presentados en el décimo salón académico de diseño en diciembre de 2015. Lo más interesante de este proceso fue la diversidad y particularidades que alimentaron la investigación doctoral titulada *“Implementación de tecnologías de diseño y fabricación digital aplicadas en la enseñanza de Anatomía. Caso Estudio: Universidad El Bosque de Bogotá - Colombia”*. A continuación algunos resultados obtenidos durante la exploración.

4.1.2. Ana-Tommy.

Análisis exploratorio de modelado 3D, escultura y pintura digital para la fabricación de productos industriales. Proyecto de diseño de juguetes didácticos para la enseñanza de anatomía a niños, con el cual se busca profundizar en técnicas de fabricación digital contemporáneas con énfasis en escultura digital.



Fig. 9. Modelos impresos con tecnología FDM, esculpidos digitalmente y pintados a mano, estudiante dirigido Felipe Fuentes.

4.1.3. Bio-Fun.

Modelo didáctico de sistemas anatómicos de la Iguana como contribución al material didáctico al Museo de Biología de la Universidad, con este proyecto se busca expandir el espectro de trabajo a la anatomía animal y vegetal, como estrategia para encontrar nuevos focos de trabajo, bajo el mismo esquema de investigación, diseño y fabricación.



Fig. 10. Modelos impresos con tecnología FDM, esculpidos digitalmente, pintados a mano y reproducidos a través de moldes de silicona, estudiante dirigido Santiago Ramírez.

4.1.4. Break - Skull.

Modelo didáctico del cráneo, corte sagital y partes internas. Proyecto con alto grado de complejidad dada las estructuras internas externas e internas en la morfología del cráneo humano. Relación profesor - estudiantes.

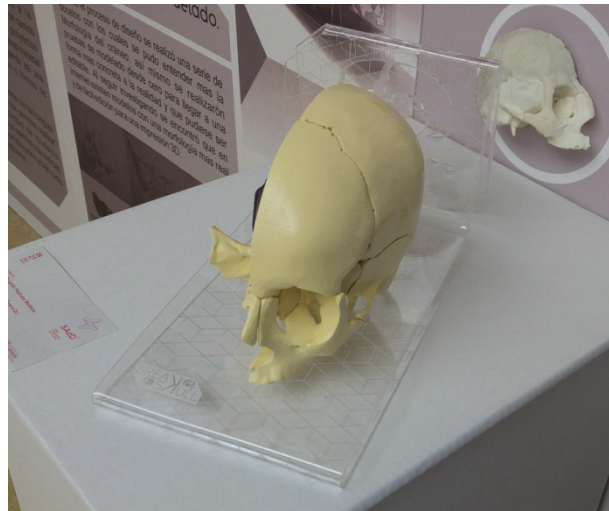


Fig. 11. Modelos impresos con tecnología FDM, de los huesos que componen el cráneo humano, ensamblados con imanes internos para no alterar la morfología real del cráneo, permitiendo ver las relaciones espaciales entre los huesos. Estudiante dirigido Daniel Pedraza.

4.1.5. Organ.

Modelo didáctico de la anatomía interna y externa del corazón humano. Proyecto bandera, con el cual se busca ejemplificar de forma clara el potencial que tiene el proyecto macro de permear diferentes profesiones desde la visión del diseño industrial. Caso estudio relación profesor - estudiantes



Fig. 12. Modelos impresos con tecnología FDM, de la anatomía interna y externa del corazón humano. Estudiante dirigido: Katherine Varela.

4.1.6. Modeumo.

Modelo didáctico de la anatomía del sistema respiratorio humano. Proyecto con alto grado de complejidad desde el punto de vista educativo, dada las estructuras tan finas y poco visibles en los especímenes de estudio reales. Caso estudio relación profesor - estudiantes.



Fig. 13. Modelos impresos con tecnología FDM, estructuras encapsuladas. Estudiante dirigido: Juan Diego Erazo.

4.1.7 Knee 3D

Modelo didáctico del sistema de articulación de la rodilla. Proyecto con el cual se busca profundizar en las técnicas de producción y materiales que simulen las estructuras de una articulación. Se cambia el paradigma en la relación entre profesionales – pacientes



Fig. 14. Modelo impresos con tecnología FDM con filamentos flexibles. Estudiante dirigido: Sebastián Gómez.

5. Reflexiones sobre la experiencia de desarrollo conjunto entre la Facultades de Odontología y Medicina con la Facultad de Diseño.

Los procesos de articulación de profesiones en un proyecto interdisciplinar dentro de una Universidad, es un desafío que tiene diferentes ámbitos de trabajo que deben ser sincronizados de forma tal, que el trabajo fluya y no se pierda en un mar de ideas en el aire que se olvidan con el tiempo. Se deben tener en cuenta factores temporales, de recursos, de sincronización de actividades, de formas y posturas de abordar un proyecto que por la naturaleza misma de diferenciación en los oficios y estructuras mentales de los integrantes de un proyecto pueden causar dificultades o por el contrario, oportunidades interesantes para ser explotadas.

Durante los ejercicios de aproximación con profesores de las diferentes asignaturas de Morfología y Anatomía de la Universidad hay algunas reflexiones que son importantes resaltar y enumerar que permitieron el desarrollo exitoso de los proyectos de grado de los diseñadores industriales orientados.

- Acuerdos de objetivos comunes donde ambas partes tengan un beneficio común.
- Intereses particulares a desarrollar, con los cuales se aporte a objetivos no contemplados, enriqueciendo los proyectos.
- Disposición para trabajar a riesgo, en una actitud relajada en donde no hay mucho que perder si una idea no tiene éxito.
- Claridad en temas de derechos de autor, morales, de explotación y reconocimiento de los aportes de cada parte.

- Respeto por los procesos y estructuras mentales en la forma de abordar un proyecto desde diferentes miradas y oficios.
- División del trabajo según las habilidades propias de cada integrante.
- Interés por aprender de los procesos y particularidades de la otra profesión, sin llegar a tener un conocimiento profundo pero sí global de las actividades.
- Apertura mental para entender que no hay solo una forma de entender y hacer las cosas, y los procesos tradicionales pueden ser enriquecidos por nuevas ideas o aproximaciones para lograr un objetivo común.

El impacto del proyecto de grado denominado *Anatomical 3D*, modelo anatómico para enseñanza de anatomía y morfología dental ya se encuentra en uso y está previsto su uso para profesiones como Instrumentación Quirúrgica y Enfermería en las clases de morfología y anatomía de primer semestre, en Odontología en primer, segundo y tercer semestre en la asignatura de Básicas Odontológicas y Morfología Dinámica, y en Medicina en el curso de Premédico y Anatomía y Morfología de tercer y cuarto semestre. Trascendiendo de los métodos y medios tradicionales con interfaces tridimensionales didácticas que ayuden en la experimentación de métodos de enseñanza dentro de la Universidad. Para mediados del año 2017 se está trabajando en el desarrollo de una plataforma que cobije todos los proyectos en desarrollo con el fin de unificar métodos proyectuales, de diseño, fabricación y validación de los resultados.

Entre las oportunidades a futuro del proyecto doctoral está el estudio y capacitación de casos clínicos específicos que requieren actividades prácticas antes de su implementación real, el estudio y planeación de procedimientos quirúrgicos, la fabricación de modelos anatómicos artificiales de estructuras anatómicas que son delicados, difíciles de disecar y por tanto de estudiar. La instrucción a pacientes de procedimientos a los que serán sometidos y la posibilidad de transferir y masificar el conocimiento con modelos físicos, fabricados de forma local a un costo menor, con la posibilidad de ser replicados, modificados y con un fácil mantenimiento de las piezas.

Permitiendo la manipulación de los modelos anatómicos, sin daño de su estructura, fidelidad aproximada a los colores naturales o por el contrario la posibilidad de codificar con colores los detalles anatómicos de las piezas, atendiendo los desafíos de la educación en el siglo XXI con tecnologías contemporáneas.

6. Referencias

- ALESSANDRO RIVA / ATTILOP BAGHINO. Historia de las ceras anatómicas de Cagliari en Cerdeña. Elementos: *Ciencia y cultura, Junio-Agosto, 2001/vol.8. Número 042. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.* <<http://www.elementos.buap.mx/num42/pdf/Elem42.pdf>>
- CALVO-GUIRADO, J., MATÉ-SANCHEZ, J., DELGADO-RUIZ, R., & RAMÍREZ-FERNÁNDEZ, M. (2011). Calculation of bone graft volume using 3D reconstruction system. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal, 16*(2), e260. <http://www.medicinaoral.com/pubmed/medoralv16_i2_p260.pdf>
- LÓPEZ, L. A. (19 de 06 de 2012). Exploración de la técnica de plastinación en la preparación de modelos anatómicos como material docente para la enseñanza de la Morfología Humana en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. *Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Morfología Humana. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Disponible en* <http://www.bdigital.unal.edu.co/8938/1/05599078.2012.pdf>> [Consulta: Enero de 2016]

HERNÁNDEZ CASTELLANO, P. (2013; 2012;). *Guía práctica de rapid manufacturing*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica. < <http://biblos.uamerica.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=573778>> [Consulta: 15 de Enero de 2016]

MARTINEZ MARRERO, E. *Cómo estudiar anatomía* / Emilio Martínez Marrero -Barranquilla: Editorial Universidad del Norte, (2012). ISBN 978-958-741-172-0 1.

