

FORMULARIO CONCURSO PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

1. IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

1.1. Título: Impresión 3D de fémures caninos y sus principales fracturas para fines educativos

1.2. Problemática detectada que pretende resolver: número de estudiantes que impacta, detalles relevantes de la asignatura y la forma que impacta en su quehacer docente *(descripción breve, máximo 1000 palabras)*

En la actualidad se plantea un gran desafío al momento de transmitir conocimiento, ya que las nuevas tecnologías, que en un principio pueden parecer restrictivas o difíciles de utilizar, abren un gran abanico de posibilidades para aumentar la motivación de los alumnos al momento de aprender nuevos conceptos. Es así como con el pasar del tiempo, las tecnologías que eran, en su momento restrictivas, en la actualidad ya se han vuelto en mayor o en menor medida accesibles en varias áreas profesionales.

Dentro de la problemática que se plantea en el presente trabajo es la falta de recursos educativos interactivos y visuales para enseñar y clasificar las fracturas en huesos largos a estudiantes de medicina veterinaria, por ende, puede llevar a una comprensión limitada y una retención deficiente de la información, dificultando la aplicación práctica de estos conocimientos (Glossop *et al.*, 2023). La falta de recursos educativos interactivos y visuales, nos genera la necesidad de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía ósea y la clasificación de fracturas en huesos largos mediante el uso de tecnologías innovadoras y recursos educativos que permitan una visualización detallada e interactiva para así mejorar la preparación de los estudiantes de medicina veterinaria con relación al diagnóstico y tratamiento de manera efectiva, como se ha recreado en medicina humana. La enseñanza de la anatomía humana está experimentando enormes cambios en los últimos años debido al impacto de las tecnologías de imagen médica y al desarrollo de las técnicas de impresión 3D, entre otros factores (Cai *et al.*, 2019; Radzi *et al.*, 2020). Por otro lado, La adquisición de habilidades y competencias quirúrgicas, en medicina, corresponde a uno de los elementos esenciales en la formación del profesional. No obstante, el acceso a instancias de aprendizaje práctico en pacientes ha cambiado a lo largo del tiempo (Fennessy, 2009). Los factores involucrados en el menor acceso a instancias prácticas incluyen, entre otros: dificultades para ejercer como primer cirujano en pabellón debido a disposiciones médico-legales, presión asistencial, expectativas de los pacientes, menor acceso a material cadavérico y menor disponibilidad de pabellón, entre otros (Haffner *et al.*, 2018).

La carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Santo Tomás, dentro del plan de estudios de la asignatura de cirugía y anestesiología, en la unidad IV, posee una unidad enfocada en Diagnosticar el tipo de fractura ósea, definiendo el tratamiento más adecuado, cuyos aprendizajes esperados son:

1. Diagnóstico, clasificación y tratamiento de fracturas
2. Sistemas de fijación de fracturas.

Si bien la cantidad de alumnos que cursa la asignatura en promedio es de 30 alumnos, cabe destacar que estos modelos anatómicos pueden ser utilizados de igual forma, en las asignaturas de imagenología, semiología, internado menor de la carrera de medicina veterinaria y de la misma forma para el desarrollo en clases de post grado, y cursos del área de interés. Por otro lado, cabe mencionar, que la Universidad Santo Tomás en Chile tiene 6 sedes que dictan Medicina Veterinaria en distintas ciudades, por lo que el presente trabajo puede ser compartido y/o replicado en las distintas sedes abordando así a gran cantidad de alumnos pudiendo llegar a aproximadamente 300 alumnos si solo se incluye el ramo de cirugía. Por tanto si se utilizaran dichos modelos en los ramos mencionados y en los diplomados de Cirugía impartidos por la UST a nivel nacional, se podría decir que anualmente podrían beneficiarse a más de 500 alumnos.

La creación de modelos del área de estudio de interés permite una representación del proceso real, fomentando un aprendizaje rápido, de mayor rendimiento y mejorando significativamente la confianza del alumno independientemente del área de especialización. Además, permite al interesado familiarizarse con la anatomía y con unas apreciaciones táctiles y visuales muy versátiles (Gazcon *et al.*, 2016). En docencia, el uso de estas técnicas innovadoras resulta a los estudiantes más atractiva y dinámica, pues les aporta mayor posibilidad de exploración y manipulación de los elementos (Barja-Ore *et al.*, 2023). Siendo fundamental que la relación estudiante-docente se beneficie, donde este último propicie un campo que motive al aprendizaje de la anatomía veterinaria (Galván *et al.*, 2000b).

1.3. Propuesta, idea solución, especificar cómo abordará la problemática planteada, detallando la idea/solución y como la llevará acabo (*Descripción breve, máximo 1000 palabras*)

La presente propuesta tiene por objetivo mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía ósea e identificar y clasificar los diferentes tipos de fracturas en fémur canino mediante el uso de tecnologías innovadoras como los son las impresiones en 3D que replican estructuras anatómicas (Inzunza *et al.*, 2015). En este contexto, en educación médica el desarrollo de la impresión 3D supone una herramienta valiosa de enseñanza. Los modelos de simulación biomédicos han surgido como una alternativa a la práctica en material cadavérico y el ejercicio en pacientes, lo cual, si bien no reemplaza la práctica real con estos últimos, se constituye como una alternativa válida para complementar la adquisición de ciertas destrezas necesarias para el ejercicio como especialista (Rose *et al.*, 2015). De esta manera, la tecnología de impresión de modelos tridimensionales (3D) se ha presentado como una alternativa para la producción de modelos anatómicos de estructuras complejas (Bakhos *et al.*, 2010).

La creación de modelos del área de estudio de interés permite una representación del proceso real, fomentando un aprendizaje rápido, de mayor rendimiento y mejorando significativamente la confianza del alumno independientemente del área de especialización. Además, permite al interesado familiarizarse con la anatomía y con unas apreciaciones táctiles y visuales muy versátiles (Gazcon *et al.*, 2016). Los modelos 3D podrían ser una solución para dotar a los aprendices de una extensa variedad de modelos diseñados para el desarrollo, mejora y/o mantenimiento de habilidades quirúrgicas. Pueden ser útiles desde las escuelas de Medicina hasta el posgrado. En cirugía permite un mejor conocimiento de la anatomía específica del paciente y ayuda a una mejor planificación previa en procedimientos complejos (Valverde, 2017).

Las nuevas tecnologías como los softwares de reconstrucción 3D y la simulación mediante dispositivos de Realidad Virtual (RV), se están implementando rápidamente en la práctica quirúrgica diaria (López-López *et al.*, 2021a; Aranda *et al.*, 2022; López-López *et al.*, 2021b; López-López *et al.*, 2023).

Los modelos 3D digitales permiten recrear un elemento real en una reproducción virtual manteniendo su apariencia, escala, dimensiones y textura. Para lograrlo, algunas técnicas se basan en el escaneo superficial del objeto de trabajo mediante escáneres de láser o por fotogrametría (Atik *et al.*, 2023). Otras consisten en el procesamiento de imágenes volumétricas 2D obtenidas con aparatos como la resonancia magnética o la tomografía computarizada (Bücking *et al.*, 2017). Por otro lado, los modelos 3D se pueden dividir en virtualizados e impresos. Ambos se basan en la representación tridimensional mediante el uso de un software especializado, utilizando una colección de datos como puntos. Existen muchos programas para el procesamiento de imágenes en 3D, como son el 3DSlicer (www.slicer.org) (Essayed *et al.*, 2018; Han *et al.*, 2016), el Mimics (Materialise NV, USA) (Ganguli *et al.*, 2018), el MiVislab (Mevismedical Solutions, Germany) (Ganguli *et al.*, 2018), el NextEngine Desktop 3D scanner (NextEngine Inc., Santa Mónica, CA) (Sholts *et al.*, 2010), entre otros. Con estos programas se procesan las imágenes, segmentándolas para obtener un archivo final en formato STL (Ganguli *et al.*, 2018). El caso del modelo impreso se desarrolla aún más, mediante la impresión en físico del modelo virtualizado, utilizando impresoras 3D y diferentes tipos de materiales (Cheng *et al.*, 2016; Essayed *et al.*, 2018; Ganguli *et al.*, 2018). Una vez se ha obtenido el modelo 3D en formato STL, se envía a una impresora 3D, que va a procesar los datos de un archivo CAD (diseño asistido por ordenador) y va a ir agregando capas sucesivas del material de elección, creando así el modelo físico impreso (Ganguli *et al.*, 2018).

Para la impresión del modelo virtualizado, se utilizarán dos máquinas diferentes, por un lado, Impresora 3D Photon M5S 12K marca ANYCUBIC encargada de hacer la impresión; y por otro la Wash and cure machine plus anycubic, Máquina 3d de curado y lavado - alta precisión, que permitirá que las propiedades del material mejoren significativamente luego de este proceso. En una primera instancia, se realizará una exhaustiva revisión bibliográfica con relación a los materiales a utilizar, teniendo en cuenta equipos con los que se disponen, materiales ideales para reproducir características óseas y costos. Una vez definido los materiales, se realizarán distintas pruebas de impresión con repositorios de libre acceso con el fin de estandarizar la técnica más adecuada para simular consistencia ósea. Una vez realizado lo anterior, se imprimirán fémures caninos normales, una vez estandarizado el modelo a imprimir se agregará en el programa de visualización 3D distintos tipos de fractura que se pueden evidenciar en fémur (oblicua, con minuta, transversal, y en espiral), estas son las principales fracturas que se pueden evidenciar en un hueso largo como lo es el fémur en el paciente y que se ve a diario producto de diferentes tipos de traumas.

1.4. Recursos Totales Solicitados: \$1.800.000

2. PARTICIPANTES DEL PROYECTO:

2.1. DIRECTOR DOCENTE ACADÉMICO INNOVADOR RESPONSABLE:

Nombre Completo: Christof Fischer Wiethuchter	
RUT: 14.461.861-0	
Facultad / Carrera: Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria	
Jornada /Horas de contrato: 3/4	
Tipo de Contrato: Indefinido	
Antigüedad en la Universidad (años): 12 años	
Teléfono: +56 9 33965313	Correo Electrónico: cfischer@santotomas.cl
Horas de dedicación semanal al proyecto: 4	
Firma:	

2.2. SUBDIRECTOR DOCENTE ACADÉMICO INNOVADOR RESPONSABLE:

Nombre Completo: Tania Junod López	
RUT: 13738144-3	
Facultad / Carrera: RRNN y Medicina Veterinaria/ Medicina Veterinaria	
Jornada /Horas de contrato: Completa	
Tipo de Contrato: Indefinido	
Antigüedad en la Universidad (años): 8 años	
Teléfono: :+56932183080	Correo Electrónico: tjunod@santotomas.cl
Horas de dedicación semanal al proyecto: 2	
Firma:	

2.3. ESTUDIANTE (PRE / POSTGRADO): (Repetir si son más alumnos)

Nombre Completo: Vincentt Alarcón Ponce	
RUT: 22.015.614-1	
Teléfono: 56 9 20792749	Correo Electrónico: vincenttbenjaminalarcon@gmail.com
Función dentro del proyecto: Apoyo en impresión y acabado de huesos	
Carrera: Medicina Veterinaria	
Facultad: RRNN y Medicina Veterinaria/ Medicina Veterinaria	
Nivel Académico: Estudiante de primer año de Medicina Veterinaria	

2.4 OTROS DOCENTES ACADÉMICOS PARTICIPANTES DEL PROYECTO

Nombre Académico	Facultad / Carrera	Función dentro del Proyecto	Dedicación en horas semanales
Camila Herrera Jara	Medicina Veterinaria	Estandarización del proceso de impresión ósea	4
Vincentt Alarcón Ponce	RRNN y Medicina Veterinaria/ Medicina Veterinaria	Apoyo en impresión y acabado de huesos	1

3. RESUMEN DE LA POSTULACIÓN. Describa el proyecto a desarrollar: objetivo general y específicos, fundamentación (Explicación de la problemática en base a justificación teórica) y resultados esperados (máximo 1 página)

Los modelos didácticos se han utilizado durante mucho tiempo como herramientas educativas, dado que pueden ser más útiles que las imágenes bidimensionales en el aprendizaje y la retención del contenido de anatomía y fisiología. Según (Lujan *et al.*, 2013), es una excelente manera de proporcionar una actividad basada en la investigación, colaboración y resolución de problemas que mejora el aprendizaje, promueve la curiosidad, la objetividad y el uso del razonamiento científico. Según Lenis & Arango (2011), los modelos hechos por los mismos estudiantes promueven las capacidades analíticas, argumentativas o de innovación; adicionalmente favorecen el desarrollo de la imaginación. Además, fomenta la creatividad, la innovación y el emprendimiento en los estudiantes. Los modelos impresos constituyen un material de aprendizaje adecuado ya que pueden mostrar patologías o variantes anatómicas concretas que sean difíciles de ver en muestras cadavéricas o con métodos tradicionales (Gazcon *et al.*, 2016). En las aplicaciones docentes destacan su uso para el estudio de la anatomía, usando así modelos que no procedan de animales, lo que facilita su obtención y mantenimiento (Cheng *et al.*, 2016). Bajo la teoría, que los modelos diseñados en impresoras 3D, buscan innovar sirviendo como complemento a las prácticas tradicionales propias para el estudio de la anatomía veterinaria fomentando y mejorando el aprendizaje significativo y el rendimiento académico (Galván *et al.*, 2000a). Permitiendo a su vez evaluar su utilidad como herramienta en la docencia y en la preparación quirúrgica ya que permitirá clasificar, planificar y ejecutar el mejor tratamiento para cada caso clínico veterinario.

Objetivo general:

Estandarizar la impresión 3D de modelos anatómicos de fémur canino, reproduciendo los principales tipos de fractura que pueden ocurrir en fémur, mediante una plataforma digital e impresión 3D a partir de imágenes médicas y de repositorios de libre acceso.

Objetivos específicos:

- Estandarizar la técnica de impresión 3D de modelos de Fémur canino.
- Impresión 3D de fémures caninos con fractura transversa; fémur con fractura oblicua; fémur con fractura en espiral y fémur con fractura conminuta.
- Utilización de los modelos generados como herramienta de apoyo en las clases teóricas y prácticas en cirugía año 2025.

En un inicio, se definirá el tipo de hueso a imprimir, que en el presente estudio será el fémur, por lo que se definirá el tamaño y las características óseas requeridas para lograr una mejor reproducción de éste, por lo que se buscarán plantillas de uso gratuito y se harán los cambios necesarios con un software de modelado 3D (Autodesk Maya) una vez adquiridos los insumos, se realizarán pruebas de impresión con distintos materiales para así definir los tipos de filamentos que se asemejen lo más posible a la estructura ósea. Una vez definidos los materiales, se estandarizará la técnica de impresión de fémures sin alteraciones, para finalmente, realizar las alteraciones femorales (que en este caso se relacionan a las principales fracturas de dichos huesos. Las fracturas se moldearán en el software para luego ser impresos. El principal resultado esperado en una primera instancia, es poder lograr definir los materiales que se asemejen a los huesos reales, para luego una vez obtenida esa información, realizar las impresiones descritas anteriormente. Por lo que al final del proyecto, se pueda contar con huesos femorales con sus principales fracturas. Se pretende, que dichas muestras, sean utilizadas principalmente en el ramo de cirugía.

4. FORMULACION DE LA INICIATIVA

4.1. INNOVACIÓN EDUCATIVA: Señale, describa y justifique por qué considera que su propuesta o idea es una Innovación Educativa, sustente su propuesta en información y resultados de experiencias de innovación similares. Considere la colaboración interdisciplinaria, colaboración de estudiantes, inclusividad y/o enfoque de género (Máximo 1 página).

En educación médica los modelos de simulación biomédicos han surgido como una alternativa a la práctica en material cadavérico y el ejercicio en pacientes, lo cual, si bien no reemplaza la práctica real con estos últimos, se constituye como una alternativa válida para complementar la adquisición de ciertas destrezas necesarias para el ejercicio como especialista (Rose et al., 2015). De esta manera, la tecnología de impresión de modelos tridimensionales (3D) se ha presentado como una alternativa para la producción de modelos anatómicos de estructuras complejas (Bakhos *et al.*, 2010). El presente proyecto utiliza tecnología de vanguardia; el proyecto utiliza software de modelación 3D y tecnología de impresión 3D para crear modelos realistas y detallados, de hueso largo como lo es el Fémur de un canino, el cual representará los distintos tipos de fracturas. Además, tiene un enfoque interactivo y visual, ya que ofrece una forma innovadora de enseñar la clasificación de fracturas, permitiendo a los estudiantes interactuar con los modelos 3D junto con visualizar los tipos de fractura de manera mucho más detallada, generando una mayor comprensión y permitiendo desarrollar habilidades prácticas para diagnosticar y tratar fracturas de manera afectiva.

La creación de modelos del área de estudio de interés permite una representación del proceso real, fomentando un aprendizaje rápido, de mayor rendimiento y mejorando significativamente la confianza del alumno independientemente del área de especialización. Además, permite al interesado familiarizarse con la anatomía y con unas apreciaciones táctiles y visuales muy versátiles (Gazcon *et al.*, 2016). Los modelos 3D podrían ser una solución para dotar a los aprendices de una extensa variedad de modelos diseñados para el desarrollo, mejora y/o mantenimiento de habilidades quirúrgicas. Pueden ser útiles desde las escuelas de Medicina hasta el posgrado. En cirugía permite un mejor conocimiento de la anatomía específica del paciente.

En el presente trabajo, habrá una colaboración entre la carrera de medicina veterinaria y el Centro interdisciplinario de Innovación Educativa. Por otro lado, se incluirá al estudio alumno de primer año de la carrera de medicina veterinaria, año en el cual ya parten con el ramo de anatomía veterinaria, por lo que puede enriquecer sus conocimientos. Cabe destacar, que todos los alumnos que deseen participar en el proyecto, serán incluidos.

4.2. FUNDAMENTACIÓN: Debe incluir una exposición clara y precisa de la relación de la problemática con su propuesta de solución, el fundamento teórico (en caso de que aplique), relevancia para la Universidad y su motivación personal/profesional para realizarla (Máximo 2 páginas)

Los modelos animales se han empleado, desde la antigüedad, para el entendimiento de procesos fisiológicos, anatómicos, patológicos y como línea de base para estudios en humanos (Gómez et al., 2010). El uso de los animales de experimentación es uno de los pilares fundamentales en el desarrollo de las ciencias de la salud. Ha permitido un avance cada vez más acelerado sobre los conocimientos de tipo biológico (Villamizar & Aquino, 2016). En las investigaciones biomédicas, se precisa la utilización de los animales de laboratorio como biomodelos naturales o inducidos, con diversas enfermedades, los cuales ayudan al estudio y la comprensión de la patogenia y posibilidades de tratamiento. (Lujan et al., 2000) Sin embargo, se ha incrementado la preocupación por su bienestar, como se conoce, teniendo en cuenta los principios de las 3R (reemplazo, reducción y refinamiento).

El intento por mejorar la formación, en el ámbito de la medicina, es un tema que incide en todas las asignaturas impartidas en la academia, como lo afirma (Gonzales et al., 2015) “continuamos con la búsqueda de acciones que nos lleven a un nuevo rumbo de trabajo con panoramas frescos y alentadores” para nuestros estudiantes. La educación médica no es mundo que se aleje de este intento, dado que puede ser un espacio para la combinación de métodos de enseñanza y elementos interactivos (Friederichs *et al.*, 2013). Usualmente, las lecciones han sido criticadas por ser monótonas; en las cuales los estudiantes son aprendices pasivos, sumado a que los estudios, con libros de texto, parecen proporcionar solo una comprensión limitada en los estudiantes (Kuebler *et al.*, 2007). Sin embargo, acá se implementen diferentes didácticas. No es posible eliminar, por completo, las conferencias. Estas sirven como medio para presentar, a los estudiantes, conceptos complejos. Por consiguiente, buscar herramientas complementarias a las clases magistrales puede ser un medio para mejorar el aprendizaje y la enseñanza de asignaturas como: fisiología, anatomía, cirugía y patología.

Los modelos didácticos se han utilizado durante mucho tiempo como herramientas educativas, dado que pueden ser más útiles que las imágenes bidimensionales en el aprendizaje y la retención del contenido de anatomía y fisiología. Según (Lujan *et al.*, 2013), es una excelente manera de proporcionar una actividad basada en la investigación, colaboración y resolución de problemas que mejora el aprendizaje, promueve la curiosidad, la objetividad y el uso del razonamiento científico. Según Lenis & Arango (2011), los modelos hechos por los mismos estudiantes promueven las capacidades analíticas, argumentativas o de innovación; adicionalmente favorecen el desarrollo de la imaginación. Además, fomenta la creatividad, la innovación y el emprendimiento en los estudiantes. Rodenbaugh et al. (2012) afirman que la construcción de modelos físicos brinda oportunidades para que el estudiante piense acerca de la información, se involucre en el proceso, desarrolle una comprensión funcional del material y use las habilidades de razonamiento (Dicarlo, 2013). Estas cualidades podrían ser de utilidad en la enseñanza – aprendizaje de la fisiología; cambiar un poco el Modelo tradicional, el cual se centra en la transmisión de conocimiento en un solo sentido, desde el profesor hacia el estudiante.

La falta de recursos educativos interactivos y visuales, genera la necesidad de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía ósea y la clasificación de fracturas en huesos largos mediante el uso de tecnologías innovadoras y recursos educativos que permitan una visualización detallada e interactiva para así mejorar la preparación de los estudiantes de medicina veterinaria con relación al diagnóstico y tratamiento de manera efectiva, como se ha recreado en medicina humana. La enseñanza de la anatomía humana está experimentando enormes cambios en los últimos años debido al impacto de las tecnologías de imagen médica y al desarrollo de las técnicas de impresión 3D, entre otros factores (Cai et ál., 2019; Radzi et ál., 2020). Estas tecnologías nos permiten observar modelos anatómicos tridimensionales, ofreciendo numerosas ventajas, entre ellas facilitar las distintas perspectivas de la anatomía que muchas veces resultan difíciles de comprender mediante imágenes en dos dimensiones.

Con el avance tecnológico de los últimos años, ha sido imperativo que los establecimientos educacionales agreguen nuevas tecnologías con fines educativos. La Universidad Santo Tomás, no ha quedado ajena a tal evolución, y dentro de varias adaptaciones educativas nace el Centro Interdisciplinario de Innovación Educativa (CIED) debido a la necesidad de identificar y analizar las transformaciones en las prácticas pedagógicas en educación superior y potenciar la actividad académica interdisciplinaria al interior de la casa de estudios, poniendo al servicio de ella las capacidades de sus distintas Facultades. Uno de los objetivos del centro CIED es generar investigación que permita mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje, siendo éste, el objetivo principal del presente trabajo, donde a través de una investigación inicial, se pueda innovar en el proceso educativo, desarrollando y fomentando la generación de conocimiento a través de la investigación científica, con foco en la innovación educativa, con el fin de impactar, mejorar y contribuir de manera significativa los procesos de enseñanza aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, personalmente, trabajé en la Universidad de Leipzig (Alemania) durante los años 2006 y 2010 con software de modelado 3D (Autodesk 3ds Max) en marco de trabajo de doctorado, en donde por iniciativa propia realizaba modelados óseos en conjunto con sus respectivas animaciones. Desde hace ya más de 14 años me dedico a cirugía, principalmente a traumatología, tanto en docencia de pre y post grado. Las nuevas tecnologías como los softwares de reconstrucción 3D y la simulación mediante dispositivos de Realidad Virtual (RV), se están implementando rápidamente en la práctica quirúrgica diaria en humanos y es de gran motivación para mi área de trabajo, ya que tales trabajos pueden ser de gran utilidad tanto en niveles de pregrado como en postgrado. A nivel de pregrado, los modelos propuestos servirán para el mejorar el conocimiento de los estudiantes respecto a la clasificación de fracturas, mientras que a nivel de posgrado, además pueden ser utilizados para realizar los tratamientos quirúrgicos para tales patologías, pudiéndose practicar la reducción de fracturas específicas y las distintas alternativas de fijación de fracturas, de manera práctica, lo más parecido a la realidad. Sin lugar a dudas, el presente trabajo abre un amplio abanico de posibilidades para futuros estudios y proyectos, como por ejemplo futuras impresiones de lesiones óseas de cualquier hueso en cuestión. Producción de modelos para la práctica y mejor entendimiento de muchos procedimientos articulares y asociarlos a realidad virtual.

4.3. JUSTIFICACIÓN DE LA COHERENCIA CON EL DESARROLLO DE LA UNIDAD

ACADÉMICA. Indicar cómo la propuesta se relaciona con la actividad de la unidad, Centro, Carrera y Facultad (Máximo 1 página)

Desde la Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria, en la carrera de Medicina veterinaria que tiene una duración de 10 semestres, se imparten asignaturas dentro de las cuales es muy importante el desarrollo de recursos educativos que nos permitan un enfoque interactivo y visual, que complemente el proceso de enseñanza aprendizaje. Estos recursos se pueden generar utilizando tecnología de vanguardia como son las impresiones 3D modelos permiten una mejora en la comprensión y facilita el aprendizaje autónomo de los alumnos; El salto desde la ilustración en el libro al paciente real, es mayúsculo y el impacto psicológico, en términos de estrés e inseguridad, puede ser muy importante para un médico recién graduado (Gazibara et al., 2015; Yograj et al., 2019). La carrera de Medicina Veterinaria, es una carrera con formación científica y durante los 5 años del proceso educativo, existen varios ramos asociados al conocimiento de tejidos óseos. Es así que ya en los primeros años de la carrera con el ramo de anatomía, los estudiantes ya deben adquirir conocimientos sobre los distintos órganos y tejidos. En semiología (4 año de la carrera, también se fortalecen conocimientos anatómicos y además, los estudiantes ya empiezan a tener conocimientos sobre funciones óseas y sus abordajes clínicos. En diagnóstico por imagen se ven tanto evaluaciones radiológicas óseas como sus principales patologías, en donde los estudiantes adquieren conocimiento sobre las principales fracturas. Tradicionalmente, los tipos de fracturas óseas se enseñan con imágenes, fotos y radiografías, haciendo uso de la imaginación para explicar algunos conceptos, siendo estos métodos bidimensionales y probablemente insuficiente para una mejor comprensión por parte del alumno. Es ahí donde se inicia la idea del presente proyecto. El complementar estos tipos de métodos con modelos tridimensionales como las impresiones 3D, los cuales puedan ser utilizados en el aula, en clase, en tutorías mejorarían sustancialmente el aprendizaje, ya que se aprovecharía la tercera dimensión, para que el alumno obtenga un panorama completo de las piezas óseas, en ésta primera parte, específicamente el fémur. Cabe destacar, que con la realización de éste estudio, se podría a futuro complementar y vincular con otros proyectos, como sala 3D, mediante Realidad aumentada, se podría generar material y modelos adicionales a los ya existentes y conjugarlos a otras tecnologías, para que proyectos futuros tengan mayor alcance y puedan ser consultados no solo en aula, sino desde casa, páginas web, o en dispositivos móviles.

4.4. RESULTADOS Y/O BENEFICIOS ESPERADOS DEL PROYECTO. Indique el tipo de resultados que contempla generar. (Máximo 1 página)

El principal resultado esperado se relaciona con estandarizar un método simple, de costo accesible para lograr impresiones óseas en 3D lo más semejantes a huesos reales. Una vez logrado lo anterior, se podrían obtener las siguientes ventajas:

1. Visualización y Comprensión Mejoradas:

- **Modelos Detallados:** Los modelos 3D permiten a los estudiantes ver y examinar estructuras óseas con detalle, lo que facilita la comprensión de la anatomía canina.
- **Fracturas y Lesiones:** Los modelos pueden mostrar fracturas y lesiones en diferentes etapas de curación, ayudando a los estudiantes a entender los mecanismos y tratamientos adecuados.

2. Simulación Práctica:

- **Entrenamiento de Técnicas:** Los estudiantes pueden practicar técnicas quirúrgicas y de reparación en modelos impresos antes de realizar procedimientos en animales reales.
- **Estrategias de Intervención:** Permite probar diferentes estrategias de intervención y evaluación antes de realizar procedimientos reales, lo que mejora la preparación y confianza.

3. Repetibilidad y Personalización:

- **Modelos Reproducibles:** Los modelos 3D pueden ser reproducidos múltiples veces, permitiendo a los estudiantes practicar en diferentes escenarios y casos.
- **Personalización:** Los modelos pueden ser ajustados para representar casos específicos, como fracturas inusuales o condiciones patológicas, lo que ofrece una experiencia más personalizada y relevante.

4. Educación Interactiva:

- **Interacción Directa:** Los estudiantes pueden interactuar físicamente con los modelos, lo que facilita la comprensión espacial y la familiarización con las estructuras óseas.
- **Visualización de Procedimientos:** Facilita la visualización de procedimientos quirúrgicos y tratamientos, ayudando a conceptualizar cómo se realizarán en un entorno clínico real.

5. Innovación en Métodos de Enseñanza:

- **Método Activo:** Promueve un enfoque de aprendizaje activo y participativo, que puede ser más efectivo que las enseñanzas teóricas tradicionales.
- **Tecnología Avanzada:** Introduce a los estudiantes en el uso de tecnologías avanzadas que están cambiando la práctica veterinaria moderna.

○

6. Evaluación y Diagnóstico:

- **Desarrollo de Habilidades:** Mejora las habilidades de diagnóstico al permitir la práctica en la identificación de fracturas y otras patologías óseas.
- **Evaluación de Casos:** Los modelos permiten a los estudiantes evaluar y desarrollar planes de tratamiento para casos complejos, fomentando habilidades críticas en la toma de decisiones.

7. Reducción de Riesgos:

- **Minimiza Errores:** Practicar en modelos 3D reduce el riesgo de cometer errores durante procedimientos en animales vivos.
- **Seguridad del Paciente:** Aumenta la seguridad del paciente al permitir que los estudiantes y profesionales practiquen y perfeccionen sus habilidades en un entorno simulado.

8. Costo-Efectividad:

- **Economía de Recursos:** Aunque la impresión 3D tiene un costo inicial, reduce la necesidad de modelos anatómicos tradicionales y materiales educativos que pueden ser más costosos a largo plazo.
- **Accesibilidad:** Permite el acceso a modelos detallados sin la necesidad de tener animales reales o especímenes costosos.

9. Actualización Continua:

- **Modelos Actualizados:** Los modelos impresos pueden ser fácilmente actualizados y modificados para incluir nuevos tipos de fracturas o técnicas de tratamiento, manteniendo el material educativo al día con los avances en la medicina veterinaria.

10. Promoción de la Investigación:

- **Investigación y Desarrollo:** Facilita la investigación en técnicas quirúrgicas y en el diseño de dispositivos médicos adaptados a las necesidades específicas de los caninos.

Utilizar la impresión 3D en la educación veterinaria ofrece una herramienta poderosa para mejorar el aprendizaje práctico, desarrollar habilidades clínicas y preparar mejor a los estudiantes para el ejercicio profesional futuro, de manera ética y con los valores institucionales Santo Tomás.

4.5. DIFUSIÓN DE RESULTADOS A LA COMUNIDAD. Señale el tipo de actividades a realizar para difundir los resultados del proyecto implementado (Máximo 1 página)

Los resultados serán difundidos en clases, inicialmente en el ramo de cirugía y anestesiología. Las muestras serán accesibles para los docentes y alumnos de distintos ramos anteriormente mencionados. Se podrán utilizar las muestras en seminario veterinario y de innovación, etapa de admisión, ferias en sedes UST y unido a futuros proyectos para su publicación en Revista indexada.

5. **PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:** En el siguiente cuadro indique la duración estimada de las diferentes actividades del proyecto, marcando los meses que corresponda. **Hay que destacar los Hitos Relevantes.**

Descripción Actividades (Incluya hito relevante de logro)	Fecha de realización		Meses (marque con una X, según corresponda)											
	Inici o	Términ o	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Recopilación de información			X	X	X	X								
Compra de insumos necesarios			X	X										
Creación de modelo a Imprimir				X	X									
Estandarizar impresión				X	X	X								
Impresiones 3D óseas básicas						X	X							
Impresiones 3D óseas con fracturas (definitivas)							X	X						
Redacción de informe					X	X	X	X						
Correcciones de Informe							X	X						
Entrega de informe final								X						

6. RECURSOS SOLICITADOS

Ítem	Total (\$)
Contratación personal o profesionales de apoyo	\$1.344.000
Alumno ayudante	\$200.000
Compra de Fungibles	\$ 356.000
Otras Compras	\$100.000
TOTAL, SOLICITADO	\$ 2.000.000

6.1. JUSTIFICACION DE LOS RECURSOS SOLICITADOS

Especifique en detalle el tipo, cantidad y valor unitario de los recursos que solicita dentro de cada ítem, justificando su adquisición. La justificación es particularmente importante para la evaluación del proyecto.

Ítem	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total (\$)
Contratación personal o profesionales de apoyo	Trabajo con Impresora 3D para la estandarización	48 horas	\$28.000	\$1.344.000
Alumno ayudante	Impresión y acabado de muestras			\$ 200.000
Compra de Fungibles	Materiales para uso en la impresora 3D			\$ 356.000
Otras Compras	Disco externo			\$ 100000
TOTAL, SOLICITADO				\$ 2.000.000

(*) Cree cuantas líneas necesita no es necesario indicar nombres basta con poner por ejemplo Profesional informático, Profesional diseño Instruccional, Impresora, Tablet, etc.

Justificación de Recursos (Indicar aquellos recursos o servicios que son claves (no se pueden cambiar) para el correcto funcionamiento del proyecto):

- Impresora 3D NEPTUNE 4 PRO.
- Material de impresión.
- Personal de apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

Cheng, G. Z., San Jose Estepar, R., Folch, E., Onieva, J., Gangadharan, S., & Majid, A. (2016). Three-dimensional Printing and 3D Slicer. *Chest*, 149(5), 1136-1142. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2016.03.001>

Essayed, W. I., Unadkat, P., Hosny, A., Frisken, S., Rassi, M. S., Mukundan, S., Weaver, J. C., Al-Mefty, O., Golby, A. J., & Dunn, I. F. (2018). 3D printing and intraoperative neuronavigation tailoring for skull base reconstruction after extended endoscopic endonasal surgery: Proof of concept. *Journal of Neurosurgery*, 130(1), 248-255. <https://doi.org/10.3171/2017.9.JNS171253>.

Fennessy BG, O'Sullivan P. Establishing a temporal bone laboratory: considerations for ENT specialist training. *Irish Journal of Medical Science*. 2009;178(4). doi: 10.1007/s11845-009-0373-x

Ganguli, A., Pagan-Diaz, G. J., Grant, L., Cvetkovic, C., Bramlet, M., Vozenilek, J., Kesavadas, T., & Bashir, R. (2018). 3D printing for preoperative planning and surgical training: A review. *Biomedical Microdevices*, 20(3), 65. <https://doi.org/10.1007/s10544-018-0301-9>

Harrysson, O. L. A., Cormier, D. R., Marcellin-Little, D. J., & Jajal, K. (2003). Rapid prototyping for treatment of canine limb deformities. *Rapid Prototyping Journal*, 9, 37–42. <http://doi.org/10.1108/13552540310455647>

Fennessy BG, O'Sullivan P. Establishing a temporal bone laboratory: considerations for ENT specialist training. *Irish Journal of Medical Science*. 2009;178(4).

Haffner M, Quinn A, Hsieh TY, Strong EB, Steele T. Optimization of 3D Print Material for the Recreation of Patient-Specific Temporal Bone Models. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2018;127(5):338-343. doi: 10.1177/0003489418764987

Rose AS, Webster CE, Harrysson OLA, Formeister EJ, Rawal RB, Iseli CE. Pre-operative simulation of pediatric mastoid surgery with 3D-printed temporal bone models. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2015;79(5):740-744. doi: 10.1016/j.ijporl.2015.03.004

Bakhos D, Velut S, Robier A, al zahrani M, Lescanne E. Three-Dimensional Modeling of the Temporal Bone for Surgical Training. *Otology & Neurotology*. 2010;31(2). doi: 10.1097/MAO.0b013e3181c0e655

Sholts, S. B., Wärmländer, S. K. T. S., Flores, L. M., Miller, K. W. P., & Walker, P. L. (2010). Variation in the Measurement of Cranial Volume and Surface Area Using 3D Laser Scanning Technology: area and volume measurement variation in 3d models. *Journal of Forensic Sciences*, 55(4), 871-876. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01380.x>