



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 - 4255513



SALTA, 22 de agosto de 2022

**EXPEDIENTE N° 10.591/2022**

**R- CDNAT- 2022 N° 317**

**VISTO:**

Las presentes actuaciones relacionadas con el dictado del Curso de Posgrado, titulado "**ANÁLISIS DE TOMOGRAFÍAS COMPUTADAS Y GENERACIÓN DE MODELOS TRIDIMENSIONALES EN PALEOBIOLOGÍA**", en el marco de los cursos programados para el Doctorado en Ciencias Geológicas y Biológicas; y

**CONSIDERANDO:**

Que, el dictado de este Curso estará a cargo del Dr. Federico J. DEGRANGE (UNC- CONICET) y del Dr. Jeremías R.A. TABORDA (UNC - CONICET), como Cuerpo Docente;

Que el presente Curso es de Posgrado, tiene una carga horaria de 40 (cuarenta) horas teórico -prácticas;

Que tiene por objetivo brindar el conocimiento básico acerca de las tomografías y como realizar modelos 3D, tratando de obtener el mejor resultado posible. Durante las clases prácticas, se introducirá y orientará al alumnado en el manejo de los softwares especializados, tanto de manejo de tomografías como de modelado 3D;

Que la fecha de dictado se fija entre el 28 de noviembre al 2 de diciembre de 2022;

Que la metodología del curso consistirá en el dictado de clases teórico- prácticas, se proveerá de bibliografía específica y el material necesario para el desarrollo de las clases, tanto teóricas como prácticas. Para un mejor desarrollo del curso, cada alumno deberá contar con una computadora personal con los softwares específicos que se utilizarán durante el desarrollo de las actividades. Se proveerán los manuales de los softwares que se utilizarán durante las clases. Aquellos estudiantes que cuenten con tomografías computadas (o archivos fotográficos de cortes seriados) propias están invitados a traerlas.

Los participantes deberán cumplir con un mínimo de asistencia del 80 % de las clases teórico-prácticas, se otorgará certificado de aprobación a los graduados, previa evaluación;

Que este curso está dirigido fundamentalmente a estudiantes de doctorado que desempeñen sus tareas de investigación en las áreas de paleontología y biología. Estudiantes de antropología, medicina, ingeniería, y áreas afines, que busquen incursionar en técnicas de modelado 3D a partir de tomografías (ya sean de rayos X, o por cortes seriados) y estudiantes de postdoctorado e investigadores.



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 4255513



**EXPEDIENTE N° 10.591/2022**

**R- CDNAT- 2022 N° 317**

Que se fijan los siguientes aranceles:

- Estudiantes de Postgrado unas y Socios Asociación Paleontológica Argentina: \$6.000 (pesos seis mil)
- Estudiantes de posgrado de otras universidades: \$8.000 (pesos ocho mil)
- Docentes y profesionales de organismos gubernamentales: \$10.000 (pesos diez mil)
- Profesionales independientes y de empresas privadas: \$13.000 (pesos trece mil);

Que a fs. 35 a 37 de estas actuaciones obran Dictámenes de las Comisiones Académicas de los Doctorados en Ciencias Geológicas y Biológicas que aconsejan aprobar el dictado del curso, docentes a cargo, contenidos, presupuestos y demás particularidades;

Que a fs. 38 obra Dictamen de la Comisión de Docencia y Disciplina, en igual sentido;

Que a fs. 39 obra Despacho N° 625/2022 de Consejo y Comisiones que informa que el Consejo Directivo de esta Facultad en su Reunión Extraordinaria N° 16-22 del 2 de agosto de 2022, APROBÓ el Despacho de Comisión de Docencia y Disciplina de fs. 38;

**POR ELLO** y en uso de las atribuciones que le son propias,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**(En su sesión Extraordinaria N° 16/22 del 2 de agosto de 2022)**

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1º.- AUTORIZAR** el dictado del Curso de Posgrado N° 6 -22 titulado: "ANÁLISIS DE TOMOGRAFÍAS COMPUTADAS Y GENERACIÓN DE MODELOS TRIDIMENSIONALES EN PALEOBIOLOGÍA", a cargo del Dr. Federico J. DEGRANGE (UNC- CONICET) y del Dr. Jeremías R.A. TABORDA (UNC - CONICET), como Cuerpo Docente, en el marco de los cursos programados para el Doctorado en Ciencias Geológicas y Biológicas.

**ARTÍCULO 2º.- APROBAR** los objetivos, modalidad, programa, bibliografía y demás aspectos particulares de este Curso de Posgrado, que obran en fs. 1 a 7 y que como Anexo I forman parte de la presente.

**ARTÍCULO 3º.- INDICAR** que este curso tiene una carga horaria de 40 (cuarenta) horas teórico -prácticas. La fecha de dictado se fija entre los días 28 de noviembre al 2 de diciembre de 2022;



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 4255513



**EXPEDIENTE N° 10.591/2022**

**R- CDNAT- 2022 N° 317**

Se requerirá el 80 % de asistencia como mínimo de clases teóricas-prácticas, se otorgará certificado de aprobación a los graduados, previa evaluación;  
Está dirigido a fundamentalmente a estudiantes de doctorado que desempeñen sus tareas de investigación en las áreas de paleontología y biología. Estudiantes de antropología, medicina, ingeniería, y áreas afines, que busquen incursionar en técnicas de modelado 3D a partir de tomografías (ya sean de rayos X, o por cortes seriados) y estudiantes de postdoctorado e investigadores. -

**ARTÍCULO 4°.- FIJAR** los siguientes aranceles:

\$6.000 (pesos seis mil): Estudiantes de Postgrado UNSa y Socios Asociación Paleontológica Argentina.

\$8.000 (pesos ocho mil): Estudiantes de posgrado de otras universidades.

\$10.000 (pesos diez mil): Docentes y profesionales de organismos gubernamentales.

\$13.000 (pesos trece mil): Profesionales independientes y de empresas privadas.

El pago del arancel debe realizarse en la Dirección General Administrativa Económica de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta.

**ARTÍCULO 5°.- DESIGNAR** como Coordinadora Académica de este Curso a la Dra. Josefina ARIS, por las razones mencionadas en el exordio. -

**ARTÍCULO 6°.- ESTABLECER** la distribución de los fondos generados por aranceles de este Curso de Posgrado, de acuerdo a lo dispuesto en la R-CDNAT-2015-539, de la siguiente manera:

- 5% a la Cuenta "Ingresos No Tributarios" de la Facultad de Ciencias Naturales, según Res. C.S. N° 128/99 y C.S. N° 122/03.

- 95% para el desarrollo del presente Curso de Posgrado: Se deberán atender los siguientes rubros:

1.- 70%: Gastos en concepto de Pasajes, Viáticos, Traslados en taxi o similares, honorarios, gastos de cafetería, gastos de librería.

2.- 20% para la Escuela de Posgrado para atender contratos del personal de apoyo universitario.

3.- 5% para la carrera que organiza la actividad.

**ARTÍCULO 7°.- HÁGASE SABER** a los mencionados en la presente, remítanse copias a la Escuela de Posgrado, Dirección Administrativa Económica, Tesorería General de la Universidad, y siga a Dirección Administrativa de la Escuela de Posgrado, para que, a



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 - 4255513



**EXPEDIENTE Nº 10.591/2022**

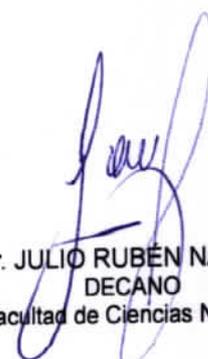
**R- CDNAT- 2022 Nº 317**

través del Cuerpo Docente del curso, informe la nómina de participantes y los resultados obtenidos.

**ARTÍCULO 8º.- PUBLÍQUESE** en la página de Internet de la Universidad Nacional de Salta.  
ifa/cng.



Dra. NÓRMA REBECA ACOSTA  
SECRETARIA ACADÉMICA  
Facultad de Ciencias Naturales



Dr. JULIO RUBÉN NASSER  
DECANO  
Facultad de Ciencias Naturales



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**  
 "1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
 4400 - SALTA  
 REPÚBLICA ARGENTINA  
 TEL. 387 4255513



**EXPEDIENTE N° 10.591/2022**

**R- CDNAT- 2022 N° 317**

## **ANEXO I**

### **CURSO DE POSGRADO: "ÁNÁLISIS DE TOMOGRAFÍAS COMPUTADAS Y GENERACIÓN DE MODELOS TRIDIMENSIONALES EN PALEOBIOLOGÍA"**

#### **Objetivos del Curso**

El curso se desarrollará con clases teórico y prácticas de 4 horas cada una. Durante las clases teóricas se brindará al alumnado el conocimiento básico acerca de las tomografías y como realizar modelos 3D, tratando de obtener el mejor resultado posible. Durante las clases prácticas, se introducirá y orientará al alumnado en el manejo de los softwares especializados, tanto de manejo de tomografías como de modelado 3D.

#### **Fundamentación**

Las tomografías computadas (TC) tuvieron su origen en el siglo XX, un desarrollo continuo desde la década de 1980 y un auge espectacular en la última década gracias a los avances en la tecnología de los equipos. A finales de la década de 1980 comenzó el desarrollo del microtomógrafo de rayos X, cuya resolución es significativamente mayor a la de los tomógrafos de uso médico hospitalario. Sin embargo, sea cual sea la resolución deseada (dependiente del problema a resolver), una de las ventajas de las tomografías radica en la posibilidad de visualizar la estructura interna de los elementos y posibilita la generación de modelos 3D virtuales (o estructuras CAD).

Actualmente, la utilización de estructuras CAD (llamadas así por la sigla en inglés correspondiente a "computer-aided design") es una herramienta muy utilizada en múltiples ramas de la ciencia y la tecnología. La popularidad de la misma radica en que permite, virtualmente, crear y manipular objetos a escala real sin importar sus dimensiones. A su vez posibilita realizar, sobre estos objetos, pruebas mecánicas y físicas, que podrían ser potencialmente destructivas, sin riesgo de daño en los objetos reales. Esto permite el prototipado y evaluación de estructuras y mecanismos complejos antes de generarlos en forma física.

En las áreas biológicas, las tomografías y las estructuras CAD pueden ser utilizados para diversos tipos de estudios anatómicos (anatomía descriptiva, morfometría geométrica, etc), mecánicos (análisis de elementos finitos, análisis de elementos discretos, análisis dinámicos de cuerpos múltiples, análisis dinámico de simulación de movimiento, etc). En medicina, pueden ser de gran utilidad, por ejemplo, en la planificación de intervenciones quirúrgicas, o en la fabricación de prótesis a medida, entre otras posibilidades.

También, los modelos 3D, son una gran herramienta educativa, permitiendo generar material didáctico, virtual o físico (mediante impresoras 3D), de elementos de difícil



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 4255513



**EXPEDIENTE N° 10.591/2022**

**R- CDNAT- 2022 N° 317**

acceso (e.g., estructuras anatómicas internas, animales protegidos o extintos, elementos de escala microscópica, modelos conceptuales, mecanismos, etc).

### **Contenidos**

#### **Día 1**

**Teórica 1.** Presentación del curso. Imágenes de rayos X. Calidad de la imagen: Resolución espacial. Digitalización de una imagen. Procesamiento digital. Tomografías, aspectos médicos y técnicos: Utilidades. Diferentes equipos de adquisición de imágenes médicas. Tipos de tomografías. Criterios de calidad y artefactos.

**Práctica 1.** Visualización de archivos tomográficos. Procesamientos digitales sobre una imagen 2D: Manejo y adecuación de secuencias de tomogramas con *ImageJ*. Asignación de estructuras a modelar para la evaluación.

#### **Día 2**

**Teórica 2.** Análisis de imágenes de TC. Equipamientos actuales: tipos, clasificación. Aplicación en ciencias biológicas. Información a obtener. Tipos de archivos. Software pagos vs gratuitos/libres.

**Práctica 2.** Nociones básicas del manejo de *3D Slicer*.

#### **Día 3**

**Teórica 3.** Modelos 3D – CAD. Técnicas de modelado 3D: fotogrametría, escaneo de superficie, interpolación. Malla de superficie: superficies no-manifold y superficies paramétricas (NURBS). Manipulación y acondicionamiento de modelos 3D: reparado de superficies no-manifold, restauración de estructuras, retrodeformación, PDF-3D. Software pagos vs gratuitos/libres.

**Práctica 3.** Modelado 3D I: Segmentación y obtención de estructuras 3D mediante *3D Slicer*.

#### **Día 4**

**Teórica 4.** Manipulación y acondicionamiento de modelos 3D. Reparación de superficies no manifold. Restauración de estructuras, retrodeformación. PDF-3D. Software pagos vs gratuitos/libres.

**Práctica 4.** Modelado 3D II: Exportación de estructura 3D con *3D Slicer*. Acondicionamiento de estructuras 3D: nociones básicas de uso de *Geomagic*, reparación de malla de superficie y suavizado. Generación de PDF-3D con *DesignSparkMechanical*.

#### **Día 5**

**Práctica 5.** El modelo 3D más allá de la visualización: análisis morfométricos y morfo-funcionales (e.g., Análisis de Elementos Finitos y Análisis Dinámicos de Cuerpos



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 - 4255513



**EXPEDIENTE N° 10.591/2022**

**R- CDNAT- 2022 N° 317**

Múltiples). Tipos de archivos y softwares. Impresión 3D. Archivos y tipos de equipos.

**Evaluación y Cierre del curso.**

### **Metodología de enseñanza**

Durante el curso se proveerá de bibliografía específica y el material necesario para el desarrollo de las clases, tanto teóricas como prácticas. Para un mejor desarrollo del curso, cada alumno deberá contar con una computadora personal con los softwares específicos que se utilizarán durante el desarrollo de las actividades (los mismos serán provistos luego de la confirmación de inscripción).

Se proveerán los manuales de los softwares que se utilizarán durante las clases.

Aquellos estudiantes que cuenten con tomografías computadas (o archivos fotográficos de cortes seriados) propias están invitados a traerlas.

### **Instancias de evaluación**

Los contenidos teórico-prácticos brindados durante el curso serán evaluados por medio de una evaluación individual el último día del curso. La misma constará de un examen oral (donde se evaluará el manejo de los programas) y un trabajo práctico que consistirá en la entrega de un PDF 3D que deberá incluir la reconstrucción de las estructuras indicadas a cada alumno durante la primera clase práctica.

### **Requisitos de aprobación del curso**

Se otorgará certificado de asistencia a los alumnos que alcancen el 80% de asistencia a clases. Se otorgará certificado de Aprobación a los graduados, previa evaluación.

### **Destinatarios del Curso**

Este curso está dirigido fundamentalmente a estudiantes de doctorado que desempeñen sus tareas de investigación en las áreas de paleontología y biología. Sin embargo, estudiantes de antropología, medicina, ingeniería, y áreas afines, que busquen incursionar en técnicas de modelado 3D a partir de tomografías (ya sean de rayos X, o por cortes seriados) y estudiantes de postdoctorado e investigadores.

**Carga Horaria Total : 40 hs.**

**Teóricas: 15 hs.**

**Prácticas: 25 hs.**

**Teórico-prácticas: N/A**

Modalidad de dictado: Presencial – 40 hs



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA  
 "1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

ESCUELA DE POSGRADO

Avda. Bolivia 5150  
 4400 - SALTA  
 REPÚBLICA ARGENTINA  
 TEL. 387 4255513



EXPEDIENTE N° 10.591/2022

R- CDNAT- 2022 N° 317

**Bibliografía:**

- Abel, R.L., RettondiniLaurini, C. & Richter, M. 2012. A palaeobiologist's guide to 'virtual' micro-CT preparation. *Palaeontologia Electronica* 15:art15.2.6T.
- Balanoff, A.M., Bever, G.S., Colbert, M.W., et al. 2015. Best practices for digitally constructiongencranial casts: examples from birds and their dinosaurian relatives. *Journal of Anatomy*. DOI: 10.1111/joa.12378.
- Buzug, T.M. 2008. *Computed Tomography: From Photon Statistics to Modern Cone-Beam CT*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin. 522 pp.
- Cierniak, R. 2011. *X-ray computed tomography in biomedical engineering*. Springer, London. 333 pp.
- Cunningham, J.A., Rahman, I.A., Lautenschlager, S., Rayfield, E. & Donoghue, P.C.J. 2014. A virtual world of paleontology. *Trends in Ecology & Evolution* 29: 347–357.
- Davies, T.G., Rahman, I.A., Lautenschlager, S., et al. 2017. Open data and digital morphology. *Proceedings of the Royal Society B* 284: 20170194.
- Endo, H. & Frey, R. 2008. *Anatomical Imaging: Towards a New Morphology*. Springer Japan, Tokyo. 110 pp.
- Fedorov, A., Beichel, R., Kalpathy-Cramer, J., Finet, J., Fillion-Robin, J.C., Pujol, S., Bauer, C., Jennings, D., Fennessy, F., Sonka, M., Buatti, J., Aylward, S., Miller, J. V., Pieper, S. & Kikinis, R. 2012. 3D Slicer as an image computing platform for the Quantitative Imaging Network. *Magnetic Resonance Imaging* 30(9): 1323–1341. DOI:10.1016/j.mri.2012.05.001.
- Honeycutt, C.M.E., Plotnick, R.E., & Kenig, F. 2014. Breaking free from the matrix: segmentation of fossil images. *Palaeontologia Electronica* 17:art17.3.1T.
- Lautenschlager, S. 2016. Reconstructing the past: methods and techniques for the digital restoration of fossils. *Royal Society Open Science* 3(10): 160342. DOI:10.1098/rsos.160342.
- Lewis, D. 2019. The fight for control over virtual fossils. *Nature* 567: 20–23.
- Lopes, J., Brancaglioni Jr., A., Azevedo, S.A. & Wener Jr., H. 2013. *Tecnologias 3D. Desvendando o Passado, Modelando o Futuro*, 1st ed. LEXIKON, Rio Grande do Sul. 248 pp.
- Mallison, H. & Wings, O. 2014. Photogrammetry in paleontology – a practical guide. *Journal of Paleontological Techniques* (12): 1–31.
- Moya-Costa, R., Cuenca-Bescós, G. & Bauluz, B. 2019. Protocol for the reconstruction of micromammals from fossils. Two case studies: The skulls of *Beremendia fissidens* and *Dolinasorex glyphodon*. *Plos One* 14(3): e0213174. DOI:10.1371/journal.pone.0213174.
- Sarzetti, L.C., Genise, J.F., Sanchez, M.V., Farina, J.L. & Molina, M.A. 2013. Nesting behavior and ecological preferences of five Diphaglossinae species (Hymenoptera, Apoidea, Colletidae) from Argentina and Chile. *Journal of Hymenoptera Research*



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA

"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

ESCUELA DE POSGRADO

Avda. Bolivia 5150

4400 SALTA

REPÚBLICA ARGENTINA

TEL. 387 4255513



**EXPEDIENTE N° 10.591/2022**

**R- CDNAT- 2022 N° 317**

33: 63–82. DOI:10.3897/jhr.33.5061.

Suetens, P. 2009. *Fundamentals of Medical Imaging*, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge. 253 pp.

Sutton, M., Rahman, I. & Garwood, R. 2013. *Techniques for Virtual Palaeontology*. Wiley, Oxford. 208 pp, .

Wener Jr., H. & Lopes, J. 2009. *Tecnologias 3D (Technologies). Paleontologia, Arqueologia e fetologia*, 1st ed. LIVRARIA, São Paulo. 202 pp.

Zollikofer, C.P. & de Leon, M.P. 2005. *Virtual Reconstruction: A Primer in Computer-Assisted Paleontology and Biomedicine*. Wiley. 333 pp.