

**RESOLUCIÓN N°: 115/12**

**ASUNTO:** Acreditar la carrera de Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería, de la Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, que se dicta en la ciudad de San Miguel de Tucumán, Provincia de Tucumán.

Buenos Aires, 05 de marzo de 2012

**Carrera N° 4.438/10**

VISTO: la solicitud de acreditación de la carrera de Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería, de la Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, que se dicta en la ciudad de San Miguel de Tucumán, Provincia de Tucumán, el informe del Comité de Pares, la respuesta a la vista de la institución y lo dispuesto por la Ley 24.521, la Resolución del Ministerio de Cultura y Educación N° 1.168/97, las Resoluciones del Ministerio de Educación N° 51/10 y N° 160/11, la Ordenanza N° 045 - CONEAU, la Ordenanza N° 51 - CONEAU, la Resolución N° 497 - CONEAU - 09, y

**CONSIDERANDO:**

1. Características de la carrera

La carrera de Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería, de la Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, se inició en el año 2003 y se dicta en la ciudad de San Miguel de Tucumán, Provincia de Tucumán. Propone una modalidad presencial y su dictado es de carácter continuo; su plan de estudios es personalizado. Cuenta con reconocimiento oficial provisorio y validez nacional del título por Resolución Ministerial N° 1.810/06.

Se exhibe la siguiente normativa: la Resolución Consejo Superior N° 1.525/03, de creación del Doctorado y aprobación del Reglamento específico y la Resolución del Consejo Directivo N° 287/10, de las designaciones del Director y de los miembros de la Comisión



Académica. Se adjunta, en la visita a la institución, el Reglamento de Posgrado de la Universidad y, en la respuesta al informe, las Resoluciones del Consejo Superior N° 1.230/10, 1.712/11 y N° 2.844/11, que modifican el reglamento de la carrera.

La estructura de gobierno está conformada por un Director y una Comisión Académica integrada por 5 miembros.

El Director posee títulos de Ingeniero Civil y de Magister en Ingeniería, expedidos por Universidad Nacional de Tucumán, y de Doctor en Ingeniería, otorgado por la Universität Karlsruhe, de Alemania. Según datos aportados en la visita, cuenta con experiencia en gestión y trayectoria en docencia universitaria. Ha dirigido tesis y trabajos de posgrado y participado en proyectos de investigación como director; tiene adscripción al programa de incentivos con categoría 1 y es investigador independiente del CONICET. No informa haber desarrollado experiencia profesional. Su producción científica comprende la publicación de 10 artículos en revistas con arbitraje, 1 en un medio sin arbitraje y 2 capítulos de libros. Ha participado en jurados de concursos, de tesis, de becas y en comités editoriales.

El plan de estudios fue aprobado, en el año 2003, por la Resolución del Consejo Superior N° 1.525. La duración de la carrera es de 6 años, con un total de 500 horas obligatorias, el 70% de las cuales debe corresponder a asignaturas específicas y, por lo menos, 120 horas deben cumplirse por cursos dictados en la facultad.

Para el ingreso a la carrera se exige que el aspirante posea título universitario en áreas afines al posgrado.

La modalidad de evaluación final consiste en una tesis. El plazo para la presentación de la misma es de 6 años, una vez finalizadas las actividades curriculares previstas. El jurado evaluador debe estar compuesto por 3 miembros, donde por lo menos 2 de ellos deben ser externos al Programa y al menos uno de ellos externo a la Universidad Nacional de Tucumán.

Los ingresantes a la carrera, desde el año 2005 hasta el 2010, han sido 21. Los graduados, desde el año 2007, han sido 3. Hay 4 alumnos becarios del CONICET. Se anexan las 2 últimas tesis, 3 fichas de tesis, 7 fichas de proyectos de tesis y 3 índices de tesis.



El cuerpo académico está formado por 50 integrantes (45 estables y 5 invitados). De los estables, 35 poseen título máximo de doctor, 7 título de magister y 3 título de grado. De los invitados, 4 poseen título máximo de doctor y 1 título de magister. Los integrantes del cuerpo académico se han formado y desarrollado su trayectoria en las áreas disciplinares de la Ingeniería Eléctrica, la Química, la Ingeniería Biomédica, la Ingeniería de Materiales, la Ingeniería Civil, las Ciencias Tecnológicas, la Matemática, la Computación y la Física. En los últimos cinco años, 23 han dirigido tesis o trabajos de posgrado, 42 cuentan con producción científica y todos han participado en proyectos de investigación. Cuarenta y siete tienen adscripción a organismos de promoción científico-tecnológica. Ninguno de ellos ha desarrollado experiencia en el ámbito no académico.

El fondo bibliográfico consta de 700 volúmenes vinculados con la temática del posgrado y 7 suscripciones a revistas especializadas. El posgrado informa un gabinete de informática equipado con 6 computadoras y 2 gabinetes con 3 computadoras cada uno, que están disponibles para el uso de los alumnos.

Se informan 25 actividades de investigación y 5 de transferencia desarrolladas en el ámbito de la carrera, de las cuales participan docentes y alumnos.

La carrera ha sido evaluada anteriormente por la CONEAU, resultando acreditada como proyecto mediante la Resolución N° 248/06. En esa oportunidad, se recomendó suprimir como exigencia para la graduación la presentación previa de aprobaciones de trabajos para su publicación en revistas y ajustar la constitución de los jurados de las tesis a los términos de la Resolución Ministerial N° 1.168/97.

## 2. Evaluación global de la carrera

Existe correspondencia entre las temáticas abordadas en el plan de estudios del Doctorado y las tratadas en las otras carreras que se dictan en la unidad académica. Los proyectos de investigación recientemente concluidos y los activos, al momento de esta evaluación, tratan sobre temas específicos de la Ingeniería Civil, la Ingeniería Mecánica, la Ingeniería Industrial, la Ingeniería Química, la Ingeniería Eléctrica, la Ingeniería Electrónica, la Ingeniería en Computación, la Bioingeniería, la Física y la Matemática.



La estructura de gestión de la carrera es adecuada. Los perfiles de los responsables son pertinentes con las funciones que tienen a su cargo. En la respuesta al informe de evaluación, se modifica el reglamento de la carrera y se diferencian adecuadamente las funciones asignadas a las distintas instancias (Comisión Académica y Director).

La normativa con que cuenta el posgrado para regular su desarrollo es, asimismo, adecuada. Contempla la estructura de gestión, el plan de estudios, los requisitos para la selección de los docentes, los requisitos de admisión de los estudiantes y los requisitos para la aprobación de los cursos.

La carrera se vale de convenios de cooperación científicos y académicos para estimular tareas de investigación conjuntas y propiciar el intercambio de conocimientos, docentes y estudiantes, con centros y universidades nacionales y del extranjero. Los aportes de estos convenios al doctorado se manifiestan en la participación de profesores invitados en el cuerpo académico, la cotutela de tesis con docentes de las instituciones de contraparte y la producción conjunta de publicaciones.

El plan de estudios de la carrera es personalizado y permite adecuar su actividad curricular para atender a las características propias de las distintas disciplinas de las ciencias exactas y la ingeniería y a la formación previa de los candidatos. El plan de estudios, que comprende el programa de cursos y la tesis, es confeccionado por la Comisión Académica, a partir de la propuesta realizada por la Comisión de Supervisión de Tesis de Doctorado y teniendo en cuenta la formación y el tema de tesis del estudiante. El plan de estudios debe consistir, como mínimo, en 500 horas de cursos u otras actividades académicas y estipula un límite de 6 años para completar la carrera. La carga horaria total y la organización curricular de la carrera son, pues, adecuadas. Los contenidos de los programas son apropiados y se ajustan a los requerimientos de los objetivos de las actividades curriculares. La bibliografía es, por su parte, pertinente y actualizada. A la observación realizada en el informe de evaluación sobre una concentración en temáticas asociadas a la ingeniería y el modelado computacional en la oferta de cursos optativos, se presenta información actualizada sobre la oferta de cursos del doctorado. En el nuevo listado, se identifican cursos sobre disciplinas que alcanzan a temáticas en los campos de la física, la matemática y las ingenierías.



Las tareas de formación práctica son pertinentes en relación a las características del posgrado y al perfil que se busca para el egresado. Las tareas se desarrollan en el marco de los cursos de posgrado y de los planes de trabajo de tesis. En el primer caso, las tareas son supervisadas y los resultados evaluados por los docentes de los cursos; mientras que, en el segundo, los resultados pasan a formar parte del trabajo de tesis. Las tareas de formación práctica se desarrollan, casi en su totalidad, utilizando infraestructura y equipamiento alojado en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán. La única excepción son algunas actividades comprendidas en los planes de tesis, las que se realizan en el marco de los convenios de colaboración.

Los requisitos de admisión garantizan que los postulantes posean el nivel de conocimientos y destrezas necesarios para realizar el doctorado. Existe correspondencia entre los títulos admitidos en el ingreso y los campos de estudio de la carrera.

La formación académica, títulos y experiencia del cuerpo académico son adecuados para desempeñar las tareas de docencia y tutoría. Se destaca la diversidad de campos de formación de los docentes. Aproximadamente un tercio de los mismos (16 de 50) han obtenido su grado doctoral fuera de la Universidad Nacional de Tucumán: 11 en universidades del extranjero y 5 en universidades argentinas. Alrededor de la mitad del cuerpo docente (26 de 50) tiene cargos de profesor titular o asociado. Existe correspondencia entre la formación de los docentes y las tareas curriculares a su cargo. El cuerpo docente presenta amplios antecedentes en tareas de investigación. La totalidad de los docentes informan sobre su participación en proyectos de investigación patrocinados por organismos nacionales e internacionales de ciencia y técnica o la Universidad Nacional de Tucumán, durante los últimos cinco años. Al mismo tiempo, la mayoría de los docentes (42 de 50) acredita la publicación de, al menos, un trabajo en una revista con arbitraje durante los últimos años. Una proporción importante de estas publicaciones se realizó en revistas internacionales de reconocido prestigio.

La carrera ha tenido un total de 21 admisiones desde el año 2005. De ellos, 3 se han graduado, 13 son alumnos activos (1 de ellos a punto de graduarse) y 5 han abandonado la carrera. Se destaca que de los 13 alumnos activos, 6 ingresaron en el 2010, 3 de ellos con becas del CONICET. Los ingresos del 2010 resultan de un sostenido incremento en las



admisiones, cambiando la tendencia de los años 2008 y 2009, en los que se habían producido una y ninguna admisión, respectivamente. De los 10 ingresantes de los últimos tres años, 6 tienen el título de ingeniero y, el resto, ostenta especialidades en Química, Electrónica, Alta Tensión y Física. La carrera no cuenta con un programa de becas propio, por lo que hace uso del programa de becas del CONICET. No obstante, la carrera asiste económicamente a los estudiantes implementando reducciones en los aranceles de los cursos.

Todas las aulas utilizadas se encuentran en la facultad. Las aulas y espacios de oficinas resultan adecuados y suficientes para desarrollar las actividades programadas. La disponibilidad, tamaño y condición de la infraestructura edilicia, instalaciones y equipos son apropiados y suficientes.

El fondo bibliográfico es, asimismo, adecuado para desarrollar las actividades curriculares de la carrera. Se dispone de bibliografía específica actualizada. El principal acceso a publicaciones periódicas se realiza a través de la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología, pero se dispone también de colecciones con suscripciones propias. El material bibliográfico general se encuentra accesible para los estudiantes y docentes en la biblioteca central de la unidad académica. El material específico de cada disciplina (libros y hemeroteca), se encuentra distribuido entre las bibliotecas de los laboratorios, las oficinas de los docentes y otros lugares de trabajo. Los estudiantes del doctorado tienen libre acceso a la bibliografía específica, ya que estas obras se encuentran también catalogadas en el sistema informático de la biblioteca de la unidad académica.

Se dispone de un sistema informático adecuado, con aulas acondicionadas para el dictado de cursos y computadoras personales para cada estudiante del doctorado en su puesto de trabajo. Todas las computadoras personales tienen acceso a la red de información de la unidad académica e Internet.

La modalidad para la evaluación final es apropiada. Los jurados de las tres tesis finalizadas hasta el momento contaron con dos miembros externos a la Universidad Nacional de Tucumán. En respuesta al informe de evaluación, se adjunta la Resolución del Consejo Superior N° 1.230/10, que modifica la reglamentación anterior respecto a la integración de los jurados de tesis para cumplir con lo estipulado en la Resolución Ministerial N° 1.168/97.



Las 3 tesis defendidas se desarrollaron en el campo de la mecánica computacional aplicada a modelado constitutivo de materiales. Son de calidad y realizan aportes originales en el campo del modelado numérico, tanto en aspectos teóricos como relacionados con la implementación computacional. Producto de estos trabajos de tesis, se ha realizado un número importante de publicaciones en revistas internacionales con arbitraje. En respuesta al informe de evaluación, se demuestra que las 3 tesis defendidas son un ejemplo de articulación entre ciencias básicas y aplicadas, pues tratan sobre la formulación, implementación, verificación y validación de modelos computacionales para predecir el comportamiento mecánico de materiales ingenieriles. Las tres tesis están motivadas por demandas de las ciencias aplicadas, específicamente problemas relevantes de la Ingeniería Civil y Estructural y de la Ingeniería en Suelos. A partir de estas motivaciones, se propusieron modelos basados sobre conocimientos de las ciencias básicas (Física, Mecánica de Sólidos, Mecánica de Medios Continuos y Discretos, Fenómenos de Transporte, etcétera), que fueron luego formulados rigurosamente utilizando herramientas matemáticas (elementos de Cálculo Diferencial e Integral y Álgebra Tensorial y Matricial). Posteriormente, se los implementó utilizando algoritmos de computadoras utilizando conocimientos de Matemática Numérica, desarrollo de algoritmos y programación. Finalmente, las predicciones de los modelos se compararon con resultados experimentales y los resultados se discutieron a la luz de los problemas de ingeniería que le sirvieron de motivación.

Los ámbitos vinculados al doctorado se muestran activos en tareas de investigación, con proyectos sobre temas pertinentes para el posgrado. Estos proyectos se juzgan relevantes para el proceso de formación de los doctorandos. Los estudiantes de doctorado forman parte de los equipos de trabajo de los proyectos, los que les sirven de marco para sus trabajos de tesis. Las fuentes de financiamiento principales son la Universidad Nacional de Tucumán, el CONICET y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. En respuesta al informe de evaluación, se adjuntan, en total, 14 fichas de transferencia, las que comprenden las áreas de Ingeniería Química, Eléctrica, Civil, Mecánica, Bioingeniería y Luminotecnia. Esto muestra la diversidad de las áreas en que se han realizado actividades de transferencia. Los servicios fueron prestados a empresas privadas y del sector público. Las actividades se realizaron sobre



temáticas afines a las del doctorado y los proyectos de investigación, y participaron docentes y alumnos del posgrado.

Se identifican dos mecanismos de evaluación de seguimiento de las actividades académicas de los docentes: en primer lugar, la Comisión Académica evalúa los antecedentes del docente, el contenido extendido del curso previo a su dictado y el desempeño del docente a través del rendimiento de los estudiantes; en segundo término, los Departamentos de Posgrado de la facultad y de la universidad poseen herramientas específicas para realizar estas evaluaciones. Las metodologías de evaluación se juzgan adecuadas. En respuesta al informe de evaluación, con respecto a que no se dispone de mecanismos formales para recabar la opinión por parte de los alumnos, se menciona la modificación del reglamento, según la Resolución del Consejo Superior N° 1.712/11. Allí se incluye, entre las funciones de la Comisión Académica, la implementación de sistemas para la evaluación y mejora continua de la carrera y para el seguimiento de los graduados.

La orientación de los alumnos la realizan las Comisiones de Supervisión de Tesis, las que tienen a cargo la evaluación y seguimiento de estos. Esta orientación se hace efectiva en las reuniones semestrales que mantienen con los estudiantes. Este mecanismo se juzga adecuado, considerando que cada estudiante posee una comisión individual.

La carrera cuenta solo con 3 graduados, los que han sido incorporados al plantel docente. Se propone crear un mecanismo de seguimiento a través de Internet cuando exista un número mayor de graduados que lo justifique. Este mecanismo estará a cargo de la Comisión Académica.

Se han graduado 3 alumnos.

Respecto de las recomendaciones efectuadas en la evaluación anterior, se suprimió la exigencia para la graduación de la presentación previa de aprobaciones de trabajos para su publicación en revistas y, recientemente, se modificó la normativa a fin de ajustar la composición del jurado de tesis a los términos de la Resolución Ministerial N° 1168/97.

La autoevaluación realiza un buen diagnóstico de la situación de la carrera, identificando adecuadamente sus aspectos a mejorar y sus logros. Los objetivos, las metas y las acciones planificadas asociadas son pertinentes y factibles a la vista de los recursos disponibles. En este sentido, en los desarrollos futuros corresponderá tener en cuenta que la





Resolución Ministerial N° 160/11 establece que las carreras que otorguen el título de "Doctor" deben especificar una disciplina o área interdisciplinaria.

Por ello,

LA COMISIÓN NACIONAL DE EVALUACIÓN  
Y ACREDITACIÓN UNIVERSITARIA  
RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- ACREDITAR la carrera de Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería, de la Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, que se dicta en la ciudad de San Miguel de Tucumán, Provincia de Tucumán, por un periodo de 6 años.

ARTÍCULO 2°.- CATEGORIZAR la mencionada carrera como A.

ARTÍCULO 3°.- RECOMENDAR:

- Se implemente un mecanismo de seguimiento de graduados.

ARTÍCULO 4°.- Al vencimiento del término expresado en el Art. 1°, la institución deberá solicitar una nueva acreditación, conforme a las convocatorias que establezca la CONEAU. La vigencia de esta acreditación se extiende hasta que se resuelva al respecto.

ARTÍCULO 5°.- Regístrese, comuníquese, archívese.

RESOLUCIÓN N° 115 - CONEAU - 12