

CURSO de POSGRADO

“CALIDAD EN LABORATORIOS”

Propuesta Académico-Pedagógica

1. Fundamentación

Mejorar la calidad de productos y servicios es una demanda insatisfecha en nuestro país; además es un requisito indispensable para las exigencias del mercado externo. Actualmente, no se concibe una empresa sin calidad, debiéndose entender a la misma como un instrumento, herramienta ó método, que permita y tienda a optimizar el funcionamiento y desempeño de todo tipo de actividades productivas, tanto sean estas de bienes como de servicios, y que facilite la detección de fallas, analizar las mismas, generar acciones correctivas e implementar un sistema de que posibilite la mejora continua.

Es necesario comprender que la calidad ya no se entiende como un resultado aislado, sino que surge como resultado de un esfuerzo coherente, participativo y solidario del conjunto del personal, equipos, instalaciones y demás elementos que hacen a la integración completa del proceso productivo, tanto sea de bienes como de servicios. En este conjunto ocupa un lugar relevante todo tipo de mediciones que se realicen, su aseguramiento y confiabilidad, ya sea que se realicen con capacidad propia ó contratada. En este aspecto la Metrología brinda los elementos y criterios necesarios para garantizar la confiabilidad de las mediciones, asegurando la cadena de trazabilidad a estándares internacionales.

La Metrología es la ciencia que entiende en todo lo relacionado con la medición, y el aseguramiento de su resultado. Su implementación a nivel de empresa no es única, existiendo diferentes modelos. El modelo mas aceptado internacionalmente es el basado en la Norma ISO 17025:2005 - IRAM 301:2005 (Cuarta Edición, 05/09/05) “Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración”, y que será la que utilizaremos en éste Curso. En esta Norma se describe con precisión “qué” es lo que hay que hacer. Sin embargo, falta el “cómo”.

El correcto entendimiento del “qué” hay que hacer, y desarrollar y trabajar el “cómo” constituirán el hilo conductor de las actividades a ser desarrolladas durante el dictado del Curso propuesto. Particularmente se analizarán la organización, los procesos y las condiciones bajo las cuales los laboratorios deben planificar, ejecutar, controlar, registrar e informar, los estudios que realicen, enfatizado aquellos aspectos que se refieren a aquella parte del aseguramiento de la calidad que garantiza que los resultados de las mediciones son producidos consistentemente y controlados contra estándares de calidad adecuados para las mediciones en cuestión.

El objeto de este Curso es transmitir los conceptos básicos, y los procedimientos y actitudes específicos de la Metrología y aspectos relacionados, particularmente aquellos vinculados con sistemas de calidad basados en las Normas ISO 9000:2000 y la ISO 17025:2005, así como introducir a los participantes en las actitudes y proceder propios del pensamiento y método

científicos, necesarios para la adecuada competencia técnica de los recursos humanos.

2. Objetivos

Se pretende que los participantes adquieran un conocimiento básico de los contenidos que se detallan en el punto siguiente; es decir, conocer los elementos, métodos, conceptos, principios y teoría básica que constituyen la Calidad en Laboratorios. Se desea que sean capaces, en particular, al enfrentarse con una situación específica sepan como proceder para la satisfactoria resolución de la misma.

No es la intención formar expertos en el tema, sino brindar a los participantes una perspectiva introductoria amplia que les permita aproximarse a entender y conocer la especificidad de los temas relacionados con la Calidad en Laboratorios mediante una iniciación en la comprensión, conceptual y práctica, de los contenidos que se desarrollan en el punto siguiente.

Se pondrá énfasis en presentar los conceptos fundamentales desde el punto de vista de la utilidad práctica para el tratamiento de situaciones concretas. Se relacionará, en lo posible, el aprendizaje de conceptos con situaciones que puedan ser experimentadas en la vida cotidiana; tendientes a lograr una vinculación estrecha entre el concepto abstracto y la realidad. Con esto se pretende desarrollar en los participantes la habilidad de aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de situaciones concretas.

Los participantes adquirirán los elementos básicos para contribuir al análisis, la planificación, la gestión y la evaluación, relacionados con la Calidad en Laboratorios. Es decir, los participantes habrán elaborado y desarrollado Manuales de la Calidad, ejecutado Auditorías, y la corrección de las no-conformidades detectadas.

3. Organización de los Contenidos

3.1 Pautas Generales

El desarrollo de los contenidos, más abajo presentados, es una propuesta abierta a las modificaciones que surjan de su aplicación, desarrollo y evolución. Por esto su estructura es lo suficientemente flexible como para integrar esos nuevos aportes en un proceso de enriquecimiento progresivo. Este carácter abierto, del diseño de contenidos y metodología, se complementa con la preocupación de hacerlo accesible a la mayoría de los participantes de los distintos ámbitos y proponiendo su uso y adopción para satisfacer sus necesidades particulares.

La presentación de los contenidos será secuencial, procediendo de los más simples a los más complejos, integrando las herramientas de naturaleza matemática (lenguaje) y metodológico en cada paso.

Se pondrá énfasis en establecer un lenguaje común para mejorar la comunicación entre el docente y los participantes.

Las actividades típicas durante el Curso incluyen: dictado de las clases y asistencia a las mismas, realización de trabajos prácticos presenciales y no presenciales, tareas de integración grupal, elaboración de monografías por parte de los participantes, búsqueda de bibliografía.

3.2 Pautas Específicas

En todos los casos se pretende lograr de parte de los participantes un manejo acabado de los distintos temas. Seguidamente se mencionan algunas de las expectativas que se pretende sean alcanzadas/adquiridas por los participantes.

3.2.1 Calidad

Comprender los elementos mas importantes de la gestión de la calidad. Brindar la ubicación temporal de la realidad empresarial mundial en términos cualitativos. Presentar la organización de la empresa y la función calidad, la planificación de la calidad y el sistema de calidad. Incorporar las herramientas y técnicas para la calidad: probabilidad y estadística, confiabilidad, control estadístico, diseño de experimentos. Manejar la auditoría y control de la calidad, metrología, inspecciones y ensayos. Desarrollar sistemas de calidad basados en la ISO 9001:2000 y en la ISO 17025:2005. Comprender sus alcances y limitaciones.

3.2.2 Metrología

Comprender los elementos universales sobre los que se define y fundamenta a nivel internacional. Incorporar los conceptos de estándar (patrón) y sus distintos niveles, de trazabilidad y de calibración. Manejar los fundamentos de la aplicación de la estadística en la determinación del mejor valor de una medición y de la incerteza que la afecta. Dominio básico de la gestión del laboratorio. Los distintos aspectos de la Metrología: dimensional, mecánica, óptica, eléctrica, magnética, electrónica, etc..

Alcanzar un dominio adecuado de los elementos básicos, y en base al qué y cómo contenidos en éstos resolver y elaborar los procedimientos específicos para mediciones y/o calibraciones específicas, y para una completa descripción de la tarea realizada, de su adecuado registro y de su correspondiente archivo. Hacer hincapié en que lo que se hace debe quedar documentado de forma que quede claro porqué, cómo y quién realizó el trabajo, quién supervisaba la actividad, qué equipamiento fue empleado, los resultados obtenidos, y qué problemas fueron encontrados y cómo fueron resueltos.

3.2.3 ISO 17025:2005

Familiarizarse con el contenido de la misma y desarrollar la capacidad de diseñar, elaborar, auditar y mejorar un sistema de calidad, sobre una medición específica, basado en la misma.

4. Detalle de los Contenidos

4.1 Gestión de la Calidad - Introducción

Evolución histórica de la calidad. Comparación entre los sistemas de calidad. La organización de la empresa y la función calidad. Planificación de la calidad. Calidad total. Calidad en empresas productoras de bienes y de servicios. Concepto de normalización. ISO 9000. Sistema de calidad. Política de la calidad. Niveles. Manual de la Calidad. Manual de Procedimientos. Manual de Instrucciones. Registros, documentación respaldatoria y su archivo.

4.2 Herramientas y Técnicas de la Calidad

Confiabilidad. Diseño de un ensayo. Las herramientas de la calidad. Control estadístico. Diseño de experimentos.

4.3 Auditoría y Control de la Calidad

Norma ISO 19011:2002 “Directrices para la Auditoría de los Sistemas de Gestión de la Calidad y/o Ambiental”. Garantía de la calidad. Implementación de un sistema de aseguramiento de calidad. Auditoría de la calidad. Procedimientos y normas de auditoría. Programación y planes de auditoría. Distintos tipos de auditoría. Técnicas de realización. Perfil del auditor. Certificación de la calidad. Métodos de certificación de la calidad. Costos de la calidad y de la no-calidad. Inspección y ensayos. Planes de inspección. Métodos de ensayos. Registros. Laboratorios.

4.4 Auditorías al Laboratorio

Quién exige auditorías?. Quién realiza auditorías?. Normas para auditorías. Resolviendo diferencias de interpretación. Preparándose para una auditoría. La primera impresión vale. Prepararse identifica problemas. Auditorías internas. Cuán importantes son las auditorías?. Ejemplo en base a una norma específica. Organización y gestión. Sistemas de calidad, de auditoría, y de revisión. Personal. Facilidades, instalaciones, infraestructura y ambiente. Equipos y materiales de referencia. Trazabilidad de las mediciones y calibración. Métodos de calibración. Manejo de los distintos aspectos de la calibración. Registros de la calibración. Certificados e informes. Subcontratación o tercerización de la calibración. Quejas.

4.5 Calidad del Laboratorio e ISO 9000

ISO 9000. Definiendo la ISO 9000. ISO 9000 y la Empresa. ISO 9000 y el Laboratorio. Como pueden ayudar herramientas de software. Registro ISO 9000 y la Calidad. El sistema de calidad. Enfoque en la satisfacción al cliente. Organización y estructura. Preparándose para una auditoría ISO. Apoyo de la Alta Gerencia. Sistema de calidad e ISO 9000. Listado típico de actividades. Resultados esperados.

4.6 Acreditación del Laboratorio

Beneficios de la acreditación. Proceso de acreditación. Entes acreditantes. Sistemas de acreditación. Normas para la acreditación. Relación entre acreditación e ISO 9000. Cómo la acreditación encaja en las mediciones internacionales.

4.7 Elementos Básicos

Introducción. Perspectiva histórica. Condiciones y organización. Aseguramiento de la calidad. Procedimientos estándares de operación (SPOs = Standard Operating Procedures). Ensayos y controles. Datos. Archivo y almacenaje. Personal. Equipos. Procedimiento para realizar un estudio. Auditorías e inspecciones.

4.8 Validación

Qué es validación?. Qué debe ser validado?. Cuándo se debe hacer la validación?. Pasos en la validación de un equipo. Metodología para la validación. Adecuación para el uso esperado. Selectividad (especificidad). Precisión. Exactitud. Linealidad. Rango. Límite de detección. Validación de métodos. Cuándo revalidar?. Informe de validación.

4.9 Metrología -- Una Breve Reseña

Qué es la Metrología?. Qué significa la Metrología?. Qué necesita la gente saber sobre la Metrología?. Quién o qué controla la Metrología?. Quién hace Metrología?. Qué es Calibración?. Dónde se realiza Calibración y Metrología?. Laboratorios primarios. Laboratorios secundarios. Laboratorios de investigación. Laboratorios de calibración. Laboratorios móviles. Qué involucra el proceso de la Metrología?. Unidades estándares y estándares de medición. Trazabilidad. Terminología común en Metrología.

4.10 Metrología - Introducción

La forma de comunicar el resultado de una medición. Magnitudes y cantidades. La operación de medir una cantidad. Los sistemas que intervienen en una medición. Qué es una magnitud?. La apreciación de un instrumento. La estimación de una lectura. La expresión de una lectura. El número de cifras de una lectura. El valor de cero de una lectura. Los errores casuales. Lo significativo en una medición. El histograma de una medición. El valor de la cantidad medida. Valoración del proceso de medición. Desviación de una lectura. El error cuadrático medio de las lecturas. La calidad de una medición y el ancho del histograma. La expresión de una medición. Exactitud, precisión, incerteza, error, dispersión, etc.. Ejemplos. Mediciones directas e indirectas. Propagación de incertezas en mediciones indirectas. Incerteza. Documentando la incerteza. Definiciones. Error. Incerteza. Intervalo de confianza. Nivel de confianza. Incerteza especificada. Métodos de combinar incertezas. Mediciones simples. Utilizando un instrumento y superando sus especificaciones. Transfiriendo de un estándar. Caracterizando un instrumento. Mediciones indirectas. Referencia a un valor estándar. Probando la linealidad. Ejemplos.

4.11 Metrología Internacional

El sistema métrico moderno. El sistema de unidades. Unidades básicas. El Sistema internacional y la ciencia. Unidades suplementarias. Unidades derivadas. Factores de multiplicación. Otros sistemas de unidades. Constantes de la naturaleza. Laboratorios nacionales. Organizaciones internacionales de Metrología. Physical Standards Organization. Non-Treaty Organization. American National Standards Institute. Asociaciones Técnicas y Profesionales. Organizaciones de Normalización en USA.

4.12 Estándares y Trazabilidad

Trazabilidad y el sistema nacional de mediciones. Porqué las mediciones deben ser trazables?. Qué está involucrado en una calibración trazable?. Estándares. El estándar ideal. Estándares para sus mediciones. Trazabilidad Instalando y manteniendo trazabilidad. Mantenimiento de un estándar local. Métodos menos rigurosos de mantener trazabilidad. Servicios de medición que brindan trazabilidad. Servicios de medición nacionales. Servicios de medición comerciales. Programas de aseguramiento de las mediciones. Informes. Demostrar trazabilidad. Documentación de los

resultados de la calibración. Manejo del trabajo. Mejorando la actividad de calibración. Notificando a los usuarios.

4.13 Introducción a la Estadística de la Metrología

Poblaciones y distribuciones de datos. Distribución normal. Media o promedio. Varianza. Varianza de la muestra. Desviación estándar. Desviación estándar de la muestra. Incerteza. Nivel de confianza. Intervalo de confianza. Distribución t de Estudiante. Distribuciones vs la Prueba de la Relación de Incertezas (PRI). Calculando PRIs. Resultados de pruebas en el mundo ideal y en el mundo real. PRIs 1:1. Mejorando resultados con la estadística. Discusión.

4.14 Herramientas Estadísticas de la Metrología

Cuándo usar estadística en Metrología?. Técnicas estadísticas en Metrología. Estimación. Modelos de predicción. Evaluaciones de riesgos. Control estadístico del proceso. Análisis de histogramas. Tests estadísticos. Regresión lineal (Ajuste de curvas). Estadística clásica vs no clásica. Test del ruido blanco.

4.15 Control Estadístico de Proceso (CEP)

Lineamientos para el CEP en la Metrología. Controlando las incertezas de medición. Tipos de cartas de control. Indicadores de fuera de control. Calculando y trabajando con corrimientos. Aplicaciones del CEP. Gráficos por variables y atributos. Por dónde empezar?. Ejemplos. Aplicaciones de gráficos por atributos. Aplicaciones de gráficos por variables. Costos y beneficios.

4.16 Gestión y Mantenimiento del Laboratorio

La misión del Laboratorio. Intervalos de calibración y política de ajustes. Intervalos de calibración. Política de ajustes. Pros y contras de la política de ajustes. Mantenimiento rutinario. Conexiones mecánicas. Limpieza de los instrumentos. Mantener al cliente informado.

4.17 El Ambiente del Laboratorio

La necesidad de controlar el ambiente. La ubicación física. La planificación de la planta del laboratorio. Construcción. Exigencias eléctricas. Control de línea de alimentación eléctrica. Puesta a tierra. Midiendo la resistencia a tierra. Ventilación. Iluminación. Control de temperatura. Registro de la temperatura. Humedad. Blindando y filtrando la interferencia eléctrica. Lineamientos de la industria.

4.18 Gestión del Trabajo del Laboratorio

Principios básicos. Analizando la demanda y la capacidad del Laboratorio. Volumen de trabajo, capacidad, y tiempo de ejecución. Evaluación realista de la capacidad básica y de los factores de costo. Tiempo de trabajo por empleado. Costo laboral por hora y monto salarial. Gerente del Laboratorio. Equipos, facilidades, y procedimientos. Operaciones de puesta en marcha y en estado de régimen. Personal y jerarquías. Sistemas de información. Gestión del sistema de pruebas de equipos.

4.19 Selección de Equipos

Consideraciones para la compra. Capacidades. Confiabilidad. Costos para el propietario. Costos en la vida útil. Costo de compra. Costo de entrenamiento y capacitación. Costo de operación. Costo de calibración. Costo de mantenimiento. Ventajas. Especificaciones de los instrumentos. Analizando las especificaciones. Interpretando las especificaciones. Confianza. Cuidado con la palabra “exactitud”. Componentes de una especificación. Especificaciones básicas. Modificadores de las especificaciones básicas. Especificaciones definitorias de un instrumento. Comparando especificaciones: Un ejemplo detallado. Identificando los ítems a ser convertidos. Convirtiendo las especificaciones. Aplicando el intervalo de confianza. Otras consideraciones. La capacidad de trabajo. Estándares de apoyo. Apoyo del fabricante. Confiabilidad. Filosofía del mantenimiento. Prestigio.

5. Modalidad de Trabajo

El Curso se desarrollará a lo largo 15 (quince) semanas, a razón de una clase de 4 h (cuatro horas) por semana, lo que hace un total de 60 h (sesenta horas) de actividad presencial.

A lo largo del mismo se desarrollan actividades presenciales consistentes en clases expositivas, trabajos prácticos individuales y talleres donde, trabajando grupalmente, se desarrollarán Manuales de la Calidad, se efectuarán Auditorías y se elaborarán los Informes de Auditoría correspondientes, coordinados y supervisados por el profesor. En estos talleres se deberá lograr un manejo práctico de los temas tratados. Además, brindarán el espacio natural para canalizar dudas y controlar la marcha del aprendizaje. Éste control permitirá efectuar un control de gestión continuo, y, de ser necesario, proceder a realizar, sobre la marcha, los ajustes necesarios.

Por razones prácticas y académico-pedagógicas se establece un cupo máximo de 25 (veinticinco) participantes.

6. Actividades

Las actividades típicas durante el Curso incluyen: dictado y asistencia de las clases, tareas de integraciones grupales, realización de Manuales de la Calidad, de Auditorías de los mismos y la elaboración de los correspondientes Informes, y búsquedas de bibliografía.

6.1 Del Docente

El docente se encargará de la parte expositiva y de la parte de práctica; tendrá la responsabilidad de preparar, asignar y coordinar las actividades prácticas; y corregir los Manuales de la Calidad e Informes de las Auditorías correspondientes. Durante los prácticos el docente deberá detectar los conceptos que han tenido dificultad de entenderse, y efectuar las aclaraciones pertinentes. El docente es el encargado de establecer un clima de cordialidad que facilite la comunicación.

6.2 De los Participantes

Asistirán a las clases teóricas y prácticas. Realizarán las prácticas. Consultarán al docente todas sus dudas durante los horarios establecidos a tal fin. Deberán realizar los exámenes parciales

presentados durante el desarrollo del Curso, así como el examen final y otras tareas que se les asignen.

7. Material Didáctico, Programas y Bibliografía

7.1 A Ser Provistos por el Dr. Carlos A. Martín

- Notas de clases y apuntes. Este material estará disponible para los participantes inscriptos. Éste material es abundante y excede los contenidos mencionados en el Punto 4. Detalle de los Contenidos, brindando de esta forma lectura adicional y complementaria en los distintos temas tratados.
- Programas de ajuste, de simulaciones y de estadística. Este material estará disponible para los participantes inscriptos.

7.2 Bibliografía de Lectura y Programas Recomendados por Temas.

7.2.1 Metrología

- Hewitt, P. L., *Modern Techniques in Metrology*, World Scientific, 1984.
- *Calibration: Philosophy in Practice*, Second Edition, Fluke Corporation, 1994.
- González, C. y Zeleny, R., *Metrología*, McGraw-Hill, 1995.
- Morris, A. S., *Measurement and Calibration Requirements for Quality Assurance to ISO 9000*, Wiley, 1997.
- Martín, C. A., *Metrología*, Apunte elaborado para el dictado del Módulo XII “Metrología”, del Tercer Curso “Control de la Calidad”, de la Maestría en Ingeniería de la Calidad, en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, 1997.

7.2.2 Prácticas de Laboratorio

- Ratliff, T. A., Jr., *The Laboratory Quality Assurance System*, Second Edition, Van Nostrand Reinhold, 1993.
- Huber, L., *Good Laboratory Practice and Current Good Manufacturing Practice*, Agilent Technologies, 2000.

7.2.3 ISO 17025:2005

- ISO 17025:2005 - IRAM 301:2005 “*Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración*”.
- “*UNILAB: Sistema de Reconocimiento de Competencia Técnica de Laboratorios Universitarios*”, XIV Jornadas IRAM-Universidades y Primer Foro UNILAB, Paraná, Entre Ríos, Argentina. Mayo 17-19, 2000.

- C. A. Martín, M. E. Ramia, F. Cafardi, A. Ceballos y M. A. Krenz, “*Check-List para Ejecutar Auditorías Basado en la Norma ISO 17025:1999*”, Anales de las XV Jornadas IRAM-Universidades y II Foro UNILAB, Córdoba, Argentina. 2000.
- M. A. Krenz, M. E. Ramia y C. A. Martín. “*Check-List para Realizar una Auditoría Basada en la Norma ISO 9001:2000*”. IX Jornadas de Jóvenes Investigadores de la Asociación de Universidades del Grupo Montevideo, Rosario, Santa Fe, Argentina. 2001.

8. Distribución de la Carga Horaria según los Contenidos a Dictar

El Curso se desarrollará a lo largo 15 (quince) semanas, a razón de una clase de 4 h (cuatro horas) por semana, lo que hace un total de 60 h (sesenta horas) de actividad presencial. La distribución de carga horaria presencial se indica a continuación:

Calidad en Laboratorios			
Capítulo		Semana	Tiempo (h)
1	Gestión de la Calidad – Introducción	1	4
2	Herramientas y Técnicas de la Calidad	2	4
	La Norma ISO 17025:2005	3	4
3	Auditoría y Control de la Calidad	4	4
4	Auditorías al Laboratorio La Norma ISO 19011:2002		
5	Calidad del Laboratorio e ISO 9000	5	4
6	Acreditación del Laboratorio		
7	Elementos Básicos de las Prácticas de Laboratorio	6	4
8	Validación		
9	Metrología – Una Breve Reseña	7	4
10	Metrología – Introducción		
11	Metrología Internacional	8	4
12	Estándares y Trazabilidad		
13	Introducción a la Estadística de la Metrología	9	4
14	Herramientas Estadísticas de la Metrología	10	4
15	Control Estadístico de Proceso (CEP)	11	4
16	Gestión y Mantenimiento del Laboratorio	12	4
17	El Ambiente del Laboratorio	13	4
18	Gestión del Trabajo del Laboratorio		
19	Selección de Equipos	14	4
	Cierre del Curso	15	4
	Total		60 h

Durante las actividades presenciales, se desarrollarán las siguientes tareas:

- Desarrollo de temas a cargo del profesor.
- Realización de trabajos prácticos, a cargo de los participantes y supervisado por el profesor, cuyos objetivos son:
 - ⇒ Familiarizarse con conceptos específicos.
 - ⇒ Elaborar un Manual de la Calidad completo, incluyendo Procedimientos, Instrucciones y Registros.
 - ⇒ Ejecutar una Auditoría con su correspondiente Informe a un Manual de la Calidad elaborado por otro grupo.
 - ⇒ Elaborar una nueva versión del Manual de la Calidad en el cual se hayan levantado las no-conformidades detectadas en la Auditoría realizada en el punto anterior.

Estos trabajos prácticos son elementos claves para la evaluación y aprobación del Curso, tal como se indica a continuación.

9. Evaluación y Aprobación del Curso

Los participantes deberán asistir al 80 por ciento de las clases, tanto expositivas como prácticas. Se realizará un seguimiento del desempeño de cada participante. A los que hayan demostrado un buen desempeño y que hayan participado activamente en la realización del Manual de la Calidad, y de la Auditoría e Informe antes mencionados, se les dará por aprobado el Curso.

10. Reconocimiento del Curso

El Curso tendrá el reconocimiento de un Curso de Posgrado de 60 h (Sesenta horas) de duración por la Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba, extendiendo la certificación correspondiente a cada uno de los participantes que hayan aprobado el mismo.

Córdoba, Octubre 27 de 2005.–

Tel.: (0351) 433-4051 (Int.107)
Fax: (0351) 433-4054
Celular: (0351) 15-545-1139
E-mail: martin@famaf.unc.edu.ar

Dr. Carlos A. Martín
Facultad de Matemática, Astronomía y Física
Universidad Nacional de Córdoba
Ciudad Universitaria
5000 - Córdoba