

Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

SALTA, 23 ABR 2021

Nº 00038

Expediente Nº 14.582/18

VISTO las actuaciones contenidas en el Expte. Nº 14.582/18, en el que recayera la Resolución FI Nº 23-CD-2019, por la cual se autoriza el dictado del Curso Complementario Optativo, denominado "Cálculos Computacionales en Sistemas Moleculares", a cargo de los Dres. Pablo Fernando CORREGIDOR y María Antonela ZÍGOLO, bajo la responsabilidad del primero, a dictarse desde el 4 hasta el 8 de marzo de 2019, destinado a estudiantes de Ingeniería Química que hayan aprobado las asignaturas "Informática", "Química Orgánica" y "Fisicoquímica", y

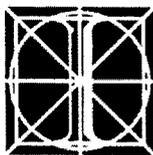
CONSIDERANDO:

Que mediante Nota Nº 0848/20, el Dr. Farm. Pablo Fernando CORREGIDOR eleva una propuesta actualizada y modificada del Curso mencionado precedentemente, para llevarlo a cabo entre el 1 y el 11 de marzo de 2021.

Que obra incorporada en autos fotocopia del acta de reunión de la Comisión de Cursos Complementarios Optativos de la Escuela de Ingeniería Química, de la que surge que sus integrantes recomiendan autorizar el dictado del curso y otorgar treinta (30) horas con evaluación, de Cursos Complementarios Optativos a los alumnos que cumplan con los requisitos de aprobación.

Que la Escuela de Ingeniería Química hace suyo el despacho de la referida Comisión.

Por ello y de acuerdo con lo aconsejado por la Comisión de Asuntos Académicos mediante Despacho Nº 15/2021,



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Expediente Nº 14.582/18

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

(en su II Sesión Ordinaria, celebrada el 31 de marzo de 2021)

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Tener por autorizado el dictado del Curso Complementario Optativo, denominado "Cálculos Computacionales en Sistemas Moleculares", a cargo del Dr. Farm. Pablo Fernando CORREGIDOR, desarrollado entre el 1 y el 11 de marzo de 2021, cuyas especificaciones se detallan en el Anexo de la presente Resolución, destinado a estudiantes de Ingeniería Química que hayan aprobado las asignaturas "Informática", "Química Orgánica" y "Fisicoquímica".

ARTÍCULO 2º.- Otorgar, a los estudiantes de Ingeniería Química que –acreditando las condiciones de admisibilidad- aprueben el Curso cuya autorización se dispone por el artículo anterior, treinta (30) horas, con evaluación, para el Requisito Curricular *Cursos Complementarios Optativos*.

ARTÍCULO 3º.- Publicar, comunicar a las Secretarías Académica y de Planificación y Gestión Institucional de la Facultad; a la Escuela de Ingeniería Química; al Dr. Farm. Pablo Fernando CORREGIDOR; al Centro de Estudiantes de Ingeniería; a la Dirección de Alumnos; difundir a través del sitio web de la Facultad y girar a Dirección General Administrativa Académica para su toma de razón y demás efectos.

RESOLUCIÓN FI Nº 00038 -CD- 2021

DR. CARLOS MARCELO ALBARRACIN
SECRETARIO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNSa

Ing. HECTOR RAÚL CASADO
SECRETARIO
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNSa

CURSO COMPLEMENTARIO OPTATIVO

TÍTULO: CÁLCULOS COMPUTACIONALES EN SISTEMAS MOLECULARES

DISERTANTE Y RESPONSABLE DEL CURSO:

Dr. Pablo Fernando Corregidor-Doctor en Ciencias – Área Química Aplicada, docente regular de la asignatura Química Orgánica (Facultad de Ingeniería-UNSa).

DESTINATARIOS

Alumnos de la carrera de Ingeniería Química de la UNSa que hayan aprobado las materias Informática, Química Orgánica y Fisicoquímica o de otras carreras que cumplan con los conocimientos previos establecidos para este curso.

CUPO MAXIMO: 30 (treinta) alumnos.

REQUISITOS

Los alumnos interesados en realizar el curso deben tener aprobadas las asignaturas Informática, Química Orgánica y Fisicoquímica de la carrera de Ingeniería Química de la UNSa o en su defecto contar con las asignaturas/cursos que garanticen los conocimientos y competencias que se detallan más adelante.

Material necesario: es fundamental que los interesados en realizar el curso cuenten con una buena conexión a internet y un ordenador (pc o notebook) para instalar y realizar los cálculos con los programas a utilizar. Las características mínimas del ordenador son:

- Procesador Intel Pentium 4, AMD Athlon o posterior.
- Sistema operativo: Microsoft Windows XP, Windows 7, Windows 8, 8.1, Windows 10, Windows Server 2012 R2.
- Memoria de 2 GB (si bien el fabricante recomienda 1 GB, se aconseja mayor memoria para mejorar el tiempo de cálculo).
- Disco con espacio de al menos 3-4 GB para instalación de softwares y ejecutables. Espacio adicional para guardar los archivos generados (aproximadamente 1 GB).
- Placa de video, micrófono y auriculares o parlantes (para la participación de clases).

Los alumnos deberán contar con todos los softwares instalados y asegurarse de su correcto funcionamiento. Para ello, el docente del curso brindará una charla previa con los interesados y facilitará un archivo para la correcta instalación y testeo de los programas que serán utilizados en el curso.

Conocimientos previos: Modelo atómico actual. Ecuación de Schrödinger. Hibridación de orbitales. Teoría del enlace de Valencia. Teoría del Orbital Molecular. Isomería óptica y Conformacional. Cálculo de propiedades termodinámicas: ΔH , ΔS y ΔG . Primer y Segundo Principio de la Termodinámica. Nociones de cinética química: velocidad de reacción, constante de velocidad, ecuación de Arrhenius. Teoría del estado de transición. Teoría de las colisiones. Distribución de Boltzman. Intermediarios de reacción: carbocationes, carboaniones y radicales libres. Grupos funcionales orgánicos y su reactividad química. Reacciones de Sustitución Electrofílica y Nucleofílica Aromática. Reacciones de sustitución nucleofílica de primer y segundo orden (SN1 y SN2). Manejo de Excel u otra planilla de cálculos, manejo de Windows, conocimientos de Word u otro procesador de textos.

OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE Y COMPETENCIAS A ALCANZAR POR EL ESTUDIANTE CON EL CURSO.

Objetivos del aprendizaje.

- Adquisición de conocimientos sobre los métodos químico-computacionales.
- Manejo de paquetes computacionales comúnmente utilizados para realizar estudios teóricos en química (Gaussian, Gaussview, Hyperchem y/o Avogadro).
- Adquirir los conocimientos básicos sobre la construcción y la puesta en marcha de cálculos computacionales como herramienta para imitar el comportamiento de los sistemas químicos, con énfasis en la ingeniería química.

Competencias generales.

- Que los alumnos sean capaces de construir sistemas moleculares empleando software específico de la Química Computacional, como así también interpretar los resultados obtenidos a partir de los mismos.
- Que puedan aplicar tanto los conocimientos teóricos-prácticos adquiridos, como la capacidad de análisis y de abstracción en la definición y planteamiento de problemas y búsqueda de soluciones, tanto en un contexto académico como profesional.
- Que tengan capacidad de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas que surjan de la aplicación de métodos de la Química Computacional.
- Que sean capaces de estudiar y aprender de forma autónoma, con organización de tiempo y recursos, las técnicas propias de la Química Computacional.
- Conocer las bases de los métodos de mecánica molecular para la realización de cálculos computacionales.
- Identificar la metodología más apropiada para el tipo de información que se requiere obtener.

INTRODUCCIÓN

La química computacional es un área que se extiende más allá de los límites tradicionales de la química, la física, la biología y la ciencia de la computación; sus resultados normalmente complementan la información obtenida en experimentos químicos, e incluso pueden permitir la investigación de átomos, moléculas y macromoléculas cuando no es posible la investigación de laboratorio, además permite predecir fenómenos químicos aún no observados. La química computacional es ampliamente utilizada en el diseño de nuevos materiales y productos químicos.

El curso de *Cálculos computacionales en Sistemas Moleculares* sirve de complemento a los cursos experimentales que se ofrecen en las asignaturas de grado, proporciona al estudiante las herramientas necesarias para construir moléculas y simularlas en una plataforma de Windows y permite el análisis desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo.

El contenido del curso está organizado de tal forma que conduce al estudiante a la apropiación del conocimiento y despierta el interés y motivación por esta área. Los programas de química computacional modernos contienen los avances científicos de la disciplina de las últimas décadas. Su empleo pleno puede resultar complicado y requiere del dominio de intrincados aspectos de la química cuántica y computacional. Sin embargo, es posible de ser adaptado para un empleo acotado, con la finalidad de realizar cálculos sencillos, empleando parámetros estándar, los cuales funcionan aceptablemente bien en la mayoría de los casos.

El presente curso apunta a brindar un panorama general acerca de esta moderna disciplina, orientado a estudiantes de Ingeniería Química, con conocimientos previos en Termodinámica y Cinética Química, con la finalidad de aportar una alternativa a la resolución de situaciones que puedan requerir un estudio basado en la química computacional, tales como el planteo racional de posibles caminos de reacción, aportando resultados relacionados con la termodinámica y cinética del proceso. En ese sentido, los programas de química computacional pueden ser utilizados para brindar cierta información, a la cual solo se podría arribar haciendo uso de sofisticados y costosos métodos químicos, los cuales aun así, en muchos casos podrían no brindar resultados concluyentes.

CONTENIDO TEÓRICO

Unidad 1. Conceptos introductorios a la química computacional. Coordenadas cartesianas y matrices de coordenadas internas. Nociones de Mecánica cuántica. Ecuación de Schrödinger. Teorías de la estructura electrónica. Aproximación de Born-Openheimer. Teoría del Funcional de la Densidad. Introducción a las bases de Pople. Programas de química computacional.

Unidad 2. Cómputo de parámetros geométricos: distancias de enlace, ángulos de enlace y ángulos diedros. Relación entre energía y posición de los átomos en una molécula. Optimización de geometrías. Tipos de algoritmos. Criterios de convergencia. Barrido conformacional, cálculo de barreras conformacionales y estabilidad de conformeros. Superficie e hipersuperficie de Energía Potencial.

Unidad 3. Interacción entre radiación y materia. Fundamentos de la espectroscopía vibracional. Cálculo de frecuencias vibracionales. Espectros Infrarojo y Raman. Teoría del Orbital Molecular. Cálculo y representación de Orbitales Moleculares. Transiciones electrónicas. Espectros electrónicos. Cargas atómicas y Potenciales electrostáticos. Predicción de sitios de reactividad química.

Unidad 4. Introducción al estudio teórico de reacciones químicas I: Termodinámica. Cálculos de propiedades termodinámicas. Energía interna, Entalpía, Energía Libre de Gibbs, Energía Electrónica, Energía del punto cero. Cálculo de ΔH , ΔS y ΔG de reacción. Corrección por temperatura. Cálculo de constantes de equilibrio. Capacidades caloríficas.

Unidad 5. Introducción al estudio teórico de reacciones químicas II: Cinética. Búsqueda y planteo racional de Estados de transición. Matriz Hessiana. Método Sincrónico de Tránsito-Guiado Cuasi-Newton: QST2 y QST3. Búsqueda manual de Estados de Transición. Cálculos de Coordenada Intrínseca de Reacción. Cálculo de parámetros cinéticos: Barrera Energética y Energía de activación. Ecuación de Eyring. Ecuación de Arrhenius. Cálculo de factores pre-exponenciales y constantes de velocidad. Efecto isotópico.

CONTENIDO PRÁCTICO

Práctico 1. Introducción a la química computacional.

Práctico 2. Optimización de geometrías y cálculo de parámetros geométricos.

Práctico 3. Cálculo de espectros electrónicos y vibracionales.

Práctico 4. Modelado de reacciones químicas I: termodinámica química.

Práctico 5. Modelado de reacciones químicas II: cinética química.

METODOLOGÍA

La metodología del dictado es completamente virtual, con clases divididas en teóricas y prácticas. Las clases teóricas serán de tipo asincrónicas, dejando el material (videos y apuntes) a disposición de los alumnos en la plataforma virtual. El desarrollo de las clases prácticas es de tipo sincrónico utilizando programas de videoconferencia (jitsi, zoom, google meet, etc) en donde se brindarán las pautas para el desarrollo de los prácticos.

Cada unidad está acompañada de una serie de ejercicios/problemas, a resolver mediante el uso de los Programas en PC o Notebook, que exploran diferentes aspectos de la química computacional. Si bien abordan sistemas sencillos, esto es, de pocos átomos, las conclusiones a alcanzar son extrapolables a sistemas de interés real.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Clase	Duración	Modalidad	Tema/Práctico
1	2 h	Teórico	Unidad 1
	4 h	Práctico	Práctico 1
2	2 h	Teórico	Unidad 2
	4 h	Práctico	Práctico 2
3	2 h	Teórico	Unidad 3
	4 h	Práctico	Práctico 3
4	2 h	Teórico	Unidad 4
	4 h	Práctico	Práctico 4
5	2 h	Teórico	Unidad 5
	4 h	Práctico	Práctico 5
6	5 h	Clase de consultas	-
7	5 h	Evaluación del curso	Unidades 1 a 5 Prácticos 1 a 5

EVALUACIÓN

La evaluación del curso, para optar por su aprobación, será de carácter individual o en parejas (de acuerdo a la cantidad de inscriptos) y consistirá en la resolución de un problema utilizando herramientas computacionales, aplicando los conceptos provistos como contenido teórico y práctico del curso. Se asignará un problema práctico a cada asistente al curso y se espera que lo resuelva en un lapso no mayor a siete días, utilizando para ello los programas utilizados en el curso.

Los alumnos dispondrán de libertad horaria para la realización de la evaluación, debiendo remitir su resolución y todos los archivos generados a la dirección de correo que les será indicada.

APROBACIÓN DEL CURSO

Para aprobar el curso, los alumnos deben cumplimentar con los siguientes requisitos:

- Visita a por lo menos el 80% de los videos de clases teóricas.
- Asistencia al 100 % de las clases prácticas.
- Aprobar una evaluación o su respectiva recuperación, con una nota mayor o igual a 6 (seis) de un máximo de 10 (diez), equivalente al 60 % de las actividades correctamente planteadas.

RECURSOS DIDÁCTICOS

Programas de estructura electrónica: Hyperchem Gaussview, Gaussian y/o Avogadro, provistos por el disertante del curso. Si bien no todos los softwares son gratuitos para fines académicos, algunos poseen una licencia comercial pero con versiones gratuitas de prueba. Plataforma Moodle u otra plataforma virtual para la organización del curso.

BIBLIOGRAFÍA

- *Molecular Modeling for beginners*. Alan Hinchliffe. 2^{da} edición. Wiley. Reino Unido. 2008.
- *The molecular modeling workbook for Organic Chemistry*. W.J. Hehre, A.I. Shusterman y J.E. Nelson. Wavefunction, Inc. USA.
- *Computational Chemistry. A Practical Guide for Applying Techniques to Real-World Problems*. D.C. Young. Wiley. Nueva York. 2001.
- *Química teórica y computacional*, J. Andrés, J. Beltrán y otros, Universidad Jaime I, Castellón de la Plana. 2000.
- *Reviews in Computational Chemistry*. K. B. Lipkowitz y D. B. Boyd, VCH Publishers Inc. Nueva York. 1990.
- *Molecular Modelling. Principles and Applications*. A. Leach, Longmans, Londres. 1996.
- *Tutorials in Computational Chemistry*. Editor T. Clark, Science Learning Ltd. 1996.
- *Molecular Mechanics*. U. Burkert y N. L. Allinger, American Chemical Society Monograph 177, Washington DC. 1982.
- *A Computational Approach to Chemistry*. D. M. Hirst, Blackwell Scientific Publications, Londres. 1990.

INSCRIPCIÓN E INFORMES:

Dr. Pablo F. Corregidor, e-mail: pfcorregidor@gmail.com (ver flyer adjunto)

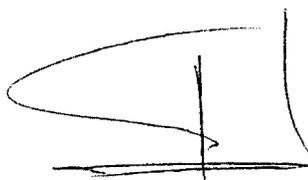
FECHAS Y HORARIOS TENTATIVOS

1, 3, 5, 9 y 11 de marzo de 2021, en el horario de 9:00 a 13:00 h. Clases de consultas a convenir con los alumnos.

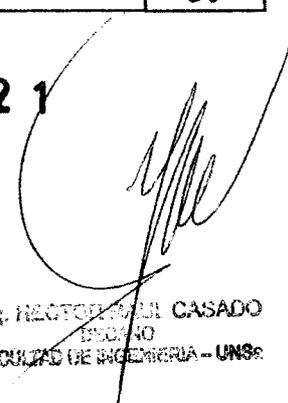
CANTIDAD TOTAL DE HORAS A ACREDITAR

a) Cantidad total de horas sincrónicas + asincrónicas	40
b) Horas estimadas de la preparación del alumno para la evaluación	----
c) Cantidad de horas destinadas al examen	5
TOTAL DE HORAS A ACREDITAR	30

RESOLUCIÓN FI N° 00038 -CD- 2021



DR. CARLOS MARCELO ALBARRACÍN
SECRETARIO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNSC



Ing. HECTOR MANUEL CASADO
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNSC