



## 1. DATOS GENERALES

Asignatura: QUÍMICA Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Código: 57333

Tipología: OPTATIVA

Créditos ECTS: 6

Grado: 409 - GRADO EN QUÍMICA (2021)

Curso académico: 2023-24

Centro: 1 - FTAD. CC. Y TECNOLOGÍAS QUÍMICAS CR.

Grupo(s): 20

Curso: 4

Duración: C2

Lengua principal de impartición: Español

Segunda lengua: Inglés

Uso docente de otras lenguas:

English Friendly: S

Página web: <http://www.uclm.es/cr/quimicas/indexr.htm>

Bilingüe: N

| Profesor: <b>MARIA DEL PILAR MARTIN PORRERO</b> - Grupo(s): 20 |                |           |                           |   |
|--|----------------|-----------|---------------------------|---|
| Edificio/Despacho  | Departamento   | Teléfono  | Correo electrónico        | Horario de tutoría  |
| Marie Curie, 2ª planta   | QUÍMICA FÍSICA | 926052614 | mariapilar.martin@uclm.es | Lunes de 11 a 13, Miércoles y jueves de 16 a 18                       |
| Profesor: <b>MARIA SAGRARIO SALGADO MUÑOZ</b> - Grupo(s): 20   |                |           |                           |   |
| Edificio/Despacho  | Departamento   | Teléfono  | Correo electrónico        | Horario de tutoría  |
| EDIFICIO MARIE CURIE   | QUÍMICA FÍSICA | 3450      | sagrario.salgado@uclm.es  | Lunes de 9.30 a 12.30 y de 17 a 18 horas Martes de 9.30 a 11.30 horas |

## 2. REQUISITOS PREVIOS

Tener aprobado el módulo de formación básica.

## 3. JUSTIFICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS, RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS Y CON LA PROFESIÓN

En la asignatura se pretende que los alumnos conozcan los procesos fisicoquímicos que ocurren en la Atmósfera y su influencia en la estructura, composición y propiedades de la misma. Además, se pretende analizar el tema de la contaminación atmosférica y establecer estrategias de control y reducción de la misma, así como alternativas. Es una asignatura directamente relacionada con las asignaturas de Química Física, fundamentalmente aspectos más cinéticos de los procesos, con asignaturas de Química orgánica, en tanto se estudian procesos de degradación de compuestos orgánicos, y con Física al tratar aspectos de transferencia de radiación, transporte y climatología. La asignatura está por tanto justificada en el plan de estudios máxime al tratarse de un tema de enorme actualidad. Además los aspectos teórico- prácticos tratados son especialmente útiles para alumnos que en el futuro trabajen en temas relacionados con contaminación y medio ambiente.

## 4. COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN QUE LA ASIGNATURA CONTRIBUYE A ALCANZAR

## Competencias propias de la asignatura

| Código | Descripción  |
|--------|--|
| CB02   | Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio. |
| CB04   | Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.   |
| E03    | Manipular con seguridad y responsabilidad medioambiental los productos químicos.   |
| E09    | Conocer la cinética del cambio químico, incluyendo la catálisis y los mecanismos de reacción.  |
| E14    | Conocer y saber aplicar la metrología de los procesos químicos, incluyendo la gestión de la calidad.   |
| E15    | Saber manejar la instrumentación química estándar y ser capaz de elaborar y gestionar procedimientos normalizados de trabajo en el laboratorio e industria química.  |
| E16    | Planificar, diseñar y desarrollar proyectos y experimentos.  |
| G02    | Ser capaces de reunir e interpretar datos, información y resultados relevantes, obtener conclusiones y emitir informes razonados en problemas científicos, tecnológicos o de otros ámbitos que requieran el uso de herramientas químicas.                            |
| G03    | Saber aplicar los conocimientos teóricos-prácticos adquiridos en los diferentes contextos profesionales de la Química.   |
| G04    | Saber comunicar, de forma oral y escrita, los conocimientos, procedimientos y resultados de la Química, tanto a nivel especializado como no especializado.   |
| G05    | Adquirir y adaptar nuevos conocimientos y técnicas de cualquier disciplina científico-técnica con incidencia en el campo químico.  |
| T03    | Una correcta comunicación oral y escrita.  |
| T05    | Capacidad de organización y planificación.   |
| T06    | Capacidad para abordar la toma de decisiones.  |
| T07    | Capacidad para trabajar en equipo y, en su caso, ejercer funciones de liderazgo, fomentando el carácter emprendedor.   |
| T08    | Habilidades en las relaciones interpersonales.   |
| T09    | Motivación por la calidad, la seguridad laboral y sensibilización hacia temas medioambientales, con conocimiento de los sistemas reconocidos a nivel internacional para la correcta gestión de estos aspectos.   |
| T10    | Capacidad de utilización de software específico para química a nivel de usuario.   |
| T11    | Capacidad de obtener información bibliográfica, incluyendo recursos en Internet.   |

## 5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

## Resultados de aprendizaje propios de la asignatura

## Descripción

Capacidad de aprender a trabajar de forma autónoma en un laboratorio y capacidad para interpretar los resultados experimentales obtenidos.

Capacidad de comprender los aspectos fundamentales de la Física atmosférica y problemas medioambientales relacionados.

Capacidad para procesar y presentarla información adecuadamente tanto de forma oral como escrita, desarrollando por tanto, su capacidad de síntesis y criterio objetivo.

Adquirir iniciativa para plantear y resolver problemas concretos de Química atmosférica.

Conocer y saber utilizar adecuadamente las técnicas espectroscópicas y analíticas (GC-MS, FTIR, electroquímicas, ópticas,...) más comúnmente utilizadas en los laboratorios de control de la calidad del aire.

Tener un conocimiento de la química atmosférica: las reacciones que tienen lugar en cada capa de la atmósfera, las especies responsables y los efectos derivados, relacionándolos con la actividad humana y con la contaminación atmosférica.

Tener un conocimiento y visión crítica las nuevas tendencias en el uso de energías renovables.

Destreza y manejo de los sistemas de gases en el laboratorio.

Capacidad para realizar una correcta evaluación, interpretación y síntesis de los datos y de la información química recibida.

Capacidad y destreza para buscar y seleccionar información en el ámbito de los temas abordados en la materia.

## 6. TEMARIO

**Tema 1: COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA ATMÓSFERA TERRESTRE.** Introducción a la formación de la atmósfera. Unidades de concentración. Variación de presión con la altura: ecuación hidrostática. Clasificación según la composición. Variación de temperatura con la altura: transferencia radiativa. Estabilidad atmosférica. Clasificación de la atmósfera en función del perfil de temperatura. Transporte atmosférico.

**Tema 2: EFECTO INVERNADERO Y CAMBIO CLIMÁTICO.** Introducción. Radiación solar. Radiación atrapada: efecto invernadero. Forzamiento radiativo. Atmósferas reales y efectos invernadero fuera de control. Efecto de los aerosoles sobre la modificación del clima. Predicciones sobre el calentamiento global. Cambio climático.

**Tema 3: FOTOQUÍMICA ATMOSFÉRICA.** Introducción. Fundamentos de Fotoquímica. Intensidad de la luz solar en la troposfera. Evaluación de la velocidad de las reacciones fotoquímicas. Absorción y fotoquímica de los principales componentes atmosféricos. Fuentes fotolíticas de radicales primarios.

**Tema 4: QUÍMICA DE LA TROPOSFERA TERRESTRE.** Introducción: fuentes y sumideros de gases traza. Principios de reactividad troposférica. Producción troposférica de ozono. Química atmosférica de CO. Oxidación troposférica de metano y otros alcanos. Oxidación de alquenos. El radical nitrato. Química en fase gas de los compuestos de azufre. Procesos heterogéneos en la troposfera.

**Tema 5: QUÍMICA DE LAS CAPAS SUPERIORES:** Química de la Estratosfera. Niveles de ozono medidos en la atmósfera. Mecanismo de Chapman ó de oxígeno puro. Ciclos catalíticos de destrucción de ozono. Ciclos nulos y formas inactivas ó de reserva. El agujero de ozono antártico. Compuestos químicos que destruyen el ozono y sustitutos. Acuerdos internacionales y previsiones. Nuevas teorías sobre la formación del agujero de ozono. Ionosfera: Introducción. Regiones de la Ionosfera. Mecanismos de ionización. Principales reacciones en la Ionosfera. El resplandor atmosférico. Auroras.

**Tema 6: CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y SUS EFECTOS.** Contaminación atmosférica: Aire limpio y aire contaminado, Efectos de la contaminación del aire, Contaminantes primarios y secundarios. Contaminación atmosférica a escala global: incremento del efecto invernadero y Destrucción de la capa de ozono. Contaminación atmosférica a escala regional: Lluvia ácida. Contaminación atmosférica a escala local: Contaminación urbana: smog reductor y fotoquímico, Emisiones más importantes. Contaminantes y sus efectos.

**Tema 7: CONTROL Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.** Control y reducción de la contaminación atmosférica: Redes de vigilancia local, Métodos de captación y análisis de los contaminantes atmosféricos, Marco legislativo y medidas de control. Introducción a la gestión ambiental.

**Tema 8: ALTERNATIVAS AL USO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.** Problemas derivados del uso de combustibles fósiles. Energías renovables. Energía hidroeléctrica, Energía solar. El uso de la biomasa como fuente de energía: Biocombustibles. Energía Eólica. Energías renovables de uso minoritario: geotérmica y oceánica. Otras alternativas: el hidrógeno como combustible. Energía nuclear.

**Tema 9: PRÁCTICAS LABORATORIO.**

## 7. ACTIVIDADES O BLOQUES DE ACTIVIDAD Y METODOLOGÍA

| Actividad formativa                                | Metodología                          | Competencias relacionadas (para títulos anteriores a RD 822/2021) | ECTS   | Horas      | Ev | Ob | Descripción   |
|--|--------------------------------------|---|--|------------|----|----|---|
| Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL]         | Método expositivo/Lección magistral  | CB02 CB04 E09 E16 G02 G05   | 0.8  | 20         | N  | -  | Clases dedicadas a Fundamentos teórico-prácticos relacionados con la asignatura       |
| Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL]      | Prácticas                            | CB02 CB04 E03 E15 G02 G03 G05 T10                                 | 0.8  | 20         | S  | S  | realización de las prácticas de laboratorio   |
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL]                     | Resolución de ejercicios y problemas | CB02 CB04 E09 E16 G03 G05   | 0.4  | 10         | S  | N  | Actividad dedicada a resolución de ejercicios y problemas                             |
| Talleres o seminarios [PRESENCIAL]                 | Trabajo en grupo                     | CB02 CB04 E16 G02 G03 G05   | 0.08   | 2          | S  | N  | Actividad dedicada a resolución de ejercicios y problemas                             |
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL]                     | Trabajo dirigido o tutorizado        | CB02 CB04 E15 E16 G02 G03 G04 T10 T11                             | 0.16   | 4          | S  | N  | Sesiones dedicadas a presentación y exposición de temas desarrollados por los alumnos |
| Otra actividad no presencial [AUTÓNOMA]            | Combinación de métodos               | CB02 CB04 E15 E16 G02 G03 G04 T10 T11                             | 2.8  | 70         | N  | -  | Horas de trabajo autónomo   |
| Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]        | Trabajo autónomo                     | CB02 CB04 E09 E14 E15 E16 G02 G03 G04 T10 T11                     | 0.8  | 20         | N  | -  | horas de estudio  |
| Pruebas de progreso [PRESENCIAL]                   | Pruebas de evaluación                | CB02 CB04 E09 E14 E15 E16 G02 G03 G04 T10 T11                     | 0.08   | 2          | S  | N  | Realización de pruebas de progreso  |
| Prueba final [PRESENCIAL]                          | Pruebas de evaluación                | CB02 CB04 E09 E14 E15 E16 G02 G03 G04 T10 T11                     | 0.08   | 2          | S  | N  | Realización de la prueba final  |
| <b>Total:</b>                                      |                                      |   | <b>6</b>                                       | <b>150</b> |    |    |   |
| <b>Créditos totales de trabajo presencial: 2.4</b> |                                      |   | <b>Horas totales de trabajo presencial: 60</b> |            |    |    |   |
| <b>Créditos totales de trabajo autónomo: 3.6</b>   |                                      |   | <b>Horas totales de trabajo autónomo: 90</b>   |            |    |    |   |

Ev: Actividad formativa evaluable

Ob: Actividad formativa de superación obligatoria (Será imprescindible su superación tanto en evaluación continua como no continua)

## 8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y VALORACIONES

| Sistema de evaluación                                       | Evaluación continua | Evaluación no continua* | Descripción   |
|---|---------------------|-------------------------|---|
| Realización de prácticas en laboratorio                     | 10.00%              | 10.00%                  | Evaluación a través de su realización y del informe realizado |
| Resolución de problemas o casos                             | 15.00%              | 0.00%                   | Talleres y seminarios realizados                              |
| Valoración de la participación con aprovechamiento en clase | 15.00%              | 0.00%                   | Actividades de tutorías en grupo                              |
| Pruebas de progreso   | 30.00%              | 0.00%                   | evaluación de parte de los contenidos de teoría y ejercicios  |
| Prueba final  | 30.00%              | 90.00%                  | evaluación de contenidos de teoría y ejercicios               |
| <b>Total:</b>   | <b>100.00%</b>      | <b>100.00%</b>          |   |

\* En **Evaluación no continua** se deben definir los porcentajes de evaluación según lo dispuesto en el art. 4 del Reglamento de Evaluación del Estudiante de la UCLM, que establece que debe facilitarse a los estudiantes que no puedan asistir regularmente a las actividades formativas presenciales la superación de la asignatura, teniendo derecho (art. 12.2) a ser calificado globalmente, en 2 convocatorias anuales por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria (evaluándose el 100% de las competencias).

### Criterios de evaluación de la convocatoria ordinaria:

#### Evaluación continua:

Para superar esta asignatura es imprescindible haber realizado las prácticas de laboratorio. El alumno deberá sacar una calificación mínima de 4 sobre 10 en cada actividad evaluable, para hacer media con el resto de calificaciones según los porcentajes indicados. La asignatura se supera con una calificación mínima global de 5.

#### Evaluación no continua:

Es imprescindible haber realizado las prácticas de laboratorio. Los porcentajes en este caso serán 90% la prueba final y 10% la calificación de prácticas.

### Particularidades de la convocatoria extraordinaria:

En la convocatoria extraordinaria la calificación del examen será el 90% y las prácticas el 10%

### Particularidades de la convocatoria especial de finalización:

En la convocatoria especial la calificación del examen será el 90% y las prácticas el 10%

## 9. SECUENCIA DE TRABAJO, CALENDARIO, HITOS IMPORTANTES E INVERSIÓN TEMPORAL

| No asignables a temas   |              |
|---|--------------|
| Horas   | Suma horas   |
| Otra actividad no presencial [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]   | 70           |
| Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]   | 20           |
| <b>Tema 1 (de 9): COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA ATMÓSFERA TERRESTRE.</b> Introducción a la formación de la atmósfera. Unidades de concentración. Variación de presión con la altura: ecuación hidrostática. Clasificación según la composición. Variación de temperatura con la altura: transferencia radiactiva. Estabilidad atmosférica. Clasificación de la atmósfera en función del perfil de temperatura. Transporte atmosférico.   |              |
| <b>Actividades formativas</b>   | <b>Horas</b> |
| Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]   | 2            |
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]  | 2            |
| <b>Periodo temporal:</b> ENERO  |              |
| <b>Tema 2 (de 9): EFECTO INVERNADERO Y CAMBIO CLIMÁTICO.</b> Introducción. Radiación solar. Radiación atrapada: efecto invernadero. Forzamiento radiativo. Atmósferas reales y efectos invernadero fuera de control. Efecto de los aerosoles sobre la modificación del clima. Predicciones sobre el calentamiento global. Cambio climático.   |              |
| <b>Actividades formativas</b>   | <b>Horas</b> |
| Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]   | 2            |
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]  | 3            |
| <b>Periodo temporal:</b> FEBRERO  |              |
| <b>Tema 3 (de 9): FOTOQUÍMICA ATMOSFÉRICA:</b> Introducción. Fundamentos de Fotoquímica. Intensidad de la luz solar en la troposfera. Evaluación de la velocidad de las reacciones fotoquímicas. Absorción y fotoquímica de los principales componentes atmosféricos. Fuentes fotolíticas de radicales primarios.   |              |
| <b>Actividades formativas</b>   | <b>Horas</b> |
| Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]   | 2            |
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]  | 2            |
| <b>Periodo temporal:</b> FEBRERO  |              |
| <b>Tema 4 (de 9): QUÍMICA DE LA TROPOSFERA TERRESTRE.</b> Introducción: fuentes y sumideros de gases traza. Principios de reactividad troposférica. Producción troposférica de ozono. Química atmosférica de CO. Oxidación troposférica de metano y otros alcanos. Oxidación de alquenos. El radical nitrato. Química en fase gas de los compuestos de azufre. Procesos heterogéneos en la troposfera.  |              |
| <b>Actividades formativas</b>   | <b>Horas</b> |
| Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]   | 3            |
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]  | 2            |
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]   | 1            |
| <b>Periodo temporal:</b> MARZO  |              |
| <b>Tema 5 (de 9): QUÍMICA DE LAS CAPAS SUPERIORES:</b> Química de la Estratosfera. Niveles de ozono medidos en la atmósfera. Mecanismo de Chapman ó de oxígeno puro. Ciclos catalíticos de destrucción de ozono. Ciclos nulos y formas inactivas ó de reserva. El agujero de ozono antártico. Compuestos químicos que destruyen el ozono y sustitutos. Acuerdos internacionales y previsiones. Nuevas teorías sobre la formación del agujero de ozono. Ionosfera: Introducción. Regiones de la Ionosfera. Mecanismos de ionización. Principales reacciones en la Ionosfera. El resplandor atmosférico. Auroras. |              |
| <b>Actividades formativas</b>   | <b>Horas</b> |
| Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]   | 3            |
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]  | 1            |
| Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Trabajo en grupo]  | 1            |
| <b>Periodo temporal:</b> MARZO/ABRIL  |              |
| <b>Tema 6 (de 9): CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y SUS EFECTOS.</b> Contaminación atmosférica: Aire limpio y aire contaminado, Efectos de la   |              |

**contaminación del aire, Contaminantes primarios y secundarios. Contaminación atmosférica a escala global: incremento del efecto invernadero y Destrucción de la capa de ozono. Contaminación atmosférica a escala regional: Lluvia ácida. Contaminación atmosférica a escala local: Contaminación urbana: smog reductor y fotoquímico, Emisiones más importantes. Contaminantes y sus efectos.**

| Actividades formativas  | Horas |
|---|-------|
| Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral] | 3     |
| Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Trabajo en grupo]                            | 1     |
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]                   | 1     |
| Pruebas de progreso [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]                         | 2     |
| <b>Periodo temporal: ABRIL</b>  |       |

**Tema 7 (de 9): CONTROL Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. Control y reducción de la contaminación atmosférica: Redes de vigilancia local, Métodos de captación y análisis de los contaminantes atmosféricos, Marco legislativo y medidas de control. Introducción a la gestión ambiental.**

| Actividades formativas  | Horas |
|---|-------|
| Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral] | 2     |
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]                   | 2     |
| <b>Periodo temporal: MARZO/ABRIL</b>  |       |

**Tema 8 (de 9): ALTERNATIVAS AL USO DE COMBUSTIBLES FÓSILES. Problemas derivados del uso de combustibles fósiles. Energías renovables. Energía hidroeléctrica, Energía solar. El uso de la biomasa como fuente de energía: Biocombustibles. Energía Eólica. Energías renovables de uso minoritario: geotérmica y oceánica. Otras alternativas: el hidrógeno como combustible. Energía nuclear.**

| Actividades formativas  | Horas |
|---|-------|
| Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral] | 3     |
| <b>Periodo temporal: ABRIL/MAYO</b>   |       |

**Tema 9 (de 9): PRÁCTICAS LABORATORIO.**

| Actividades formativas                                   | Horas |
|--|-------|
| Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Prácticas] | 20    |
| Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]         | 2     |
| <b>Periodo temporal: ABRIL</b>                           |       |

**Actividad global**

| Actividades formativas  | Suma horas |
|---|------------|
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]                   | 4          |
| Otra actividad no presencial [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]                 | 70         |
| Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral] | 20         |
| Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]                   | 20         |
| Pruebas de progreso [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]                         | 2          |
| Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]                                | 2          |
| Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Prácticas]                        | 20         |
| Tutorías de grupo [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]            | 10         |
| Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Trabajo en grupo]                            | 2          |
| <b>Total horas: 150</b>   |            |

## 10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS

| Autor/es                           | Título/Enlace Web  | Editorial                  | Población ISBN    | Año  | Descripción |
|------------------------------------|--|----------------------------|-------------------|------|-------------|
| Baird, C                           | Química Ambiental  | Reverté                    |                   | 2001 |             |
| Calvert y Col.                     | The Mechanisms of Atmospheric Oxidation of the Oxygenates<br><a href="https://books.google.es/books?isbn=0199767076">books.google.es/books?isbn=0199767076</a> | OUP USA                    | 978-0-19-976707-6 | 2011 |             |
| Figueruelo, J. E y Dávila, M.M     | Química física del ambiente y de los procesos medioambientales   | Reverté                    |                   | 2004 |             |
| Finlayson-Pitts And J.N.Pitts      | Chemistry of the upper and lower atmosphere : theory, experiments and applications   | John Wiley and Sons        |                   | 1999 |             |
| Jacob, Daniel J                    | Introduction to atmospheric chemistry  | Princeton University Press |                   | 1999 |             |
| John H. Seinfeld, Spyros N. Pandis | Atmospheric chemistry and physics : from air pollution to climate change   | Wiley - Interscience       |                   | 1997 |             |
| Orozco, C y col                    | Contaminación ambiental, una visión desde la química   | Thomson Paraninfo S.A      |                   | 2008 |             |
| S. E. Manahan                      | Introducción a la Química Ambiental  | Reverté                    |                   | 2007 |             |
| Spiro, T.G. y Stigliani, W.M       | Química Medioambiental   | Pearson Educación          |                   | 2004 |             |
| Wayne, Richard P.                  | Chemistry of atmospheres : an introduction to the Chemistry of the atmospheres of earth, the planets, and their satellites                                     | Oxford                     |                   | 2000 |             |