

27100 - Química general

Información del Plan Docente

Año académico	2018/19
Asignatura	27100 - Química general
Centro académico	100 - Facultad de Ciencias
Titulación	446 - Graduado en Biotecnología
Créditos	12.0
Curso	1
Periodo de impartición	Anual
Clase de asignatura	Formación básica
Módulo	Química

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Esta asignatura tiene como objetivo proporcionar una visión general de la química, creando conciencia sobre su importancia en la sociedad. Además, pretende proporcionar las herramientas fundamentales de la química en sus diversos aspectos, para poder interpretar el comportamiento de distintos tipos de sistemas químicos, de manera tanto cuantitativa como cualitativa.

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura se ubica en el módulo básico, ya que trata de los aspectos fundamentales de la Química. Dado su carácter general, será de gran importancia para abordar contenidos más específicos involucrados en la química de los procesos biológicos, tratados en otras asignaturas del Grado.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

- 1.- Haber cursado Matemáticas, Física y Química en el Bachillerato.
- 2.- Asistencia y participación activa del alumno en todas las actividades de la asignatura.
- 3.- Llevar a cabo un trabajo continuado y simultáneo a las exposiciones teóricas y clases de problemas.
- 4.- Aclarar las dudas conforme se produzcan y cuando se considere conveniente acudir a tutorías.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- Usar la nomenclatura y formulación estándares de las sustancias químicas.
- Usar de manera cuantitativa los aspectos básicos de la Química relacionados con las leyes ponderales, el concepto de

27100 - Química general

mol y número de Avogadro, el uso de masas atómicas y moleculares, unidades de concentración y estequiometría.

- Comprender la teoría atómica básica y deducir sus implicaciones en las propiedades atómicas y en la clasificación de los elementos.

- Entender los distintos tipos de enlace químico y las teorías empleadas en su interpretación.

- Comprender la naturaleza de las distintas fuerzas implicadas en la formación de fases condensadas, siendo capaces de interpretar propiedades básicas de sólidos, líquidos y disoluciones.

- Comprender y aplicar los conceptos básicos de Termodinámica y Cinética Química.

- Comprender los conceptos básicos relativos a las propiedades de los equilibrios ácido-base y redox, de solubilidad, y formación de complejos.

- Conocer las propiedades más representativas de elementos y algunos compuestos inorgánicos de especial importancia.

- Disponer de una visión clara de la estructura y propiedades de los compuestos orgánicos.

- Utilizar de forma adecuada y segura la instrumentación básica del laboratorio químico y realizar algunas operaciones fundamentales en el laboratorio.

- Resolver problemas en el ámbito de la química y su aplicación a la biotecnología, así como elaborar informes relacionados.

2.2.Resultados de aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

Maneja de forma precisa la nomenclatura y representación química, el concepto de mol y la estequiometría en procesos químicos.

Explica los conocimientos básicos sobre estructura atómica, enlace químico, fases, termodinámica y cinética química, equilibrios químicos y propiedades de compuestos inorgánicos y orgánicos.

Resuelve problemas básicos de Química.

Conoce y respeta las normas de seguridad de un laboratorio químico y es capaz de adquirir, analizar e interpretar datos de laboratorio.

2.3.Importancia de los resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje que se obtienen en esta asignatura son importantes porque mediante ellos el alumno:

1.- Comprenderá y manejará la terminología básica propia de la Química.

27100 - Química general

- 2.- Será capaz de explicar de manera comprensible fenómenos y procesos relacionados con aspectos básicos de la Química.
- 3.- Poseerá una visión suficientemente amplia y profunda de la Química, que permita con posterioridad adquirir con éxito conocimientos más específicos dentro de su área de trabajo.
- 4.- Estará capacitado para obtener, analizar e interpretar datos de un laboratorio químico, siguiendo las normas de seguridad básicas.

3.Evaluación

3.1.Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

Nomenclatura y formulación

La nomenclatura y la formulación se consideran imprescindibles para la titulación en general. Será necesario aprobar, con un mínimo del 65% de aciertos en cada una, dos pruebas escritas al respecto, una de nomenclatura y formulación inorgánica y otra de nomenclatura y formulación orgánica. Estas pruebas se realizarán durante el primer semestre y el alumno que no supere alguna de ellas deberá recuperarlas en las convocatorias oficiales de junio o de septiembre. Caso de superarlas la calificación se guarda hasta la convocatoria de septiembre.

Las pruebas de formulación se calificarán como APTO o NO APTO y no aportarán nota al global de la asignatura, pero será imprescindible superarlas para aprobar la asignatura.

Controles de problemas

En cada semestre habrá un control que consistirá en problemas o cuestiones teórico-prácticas sobre los temas ya explicados en ese semestre. Estos controles no eliminan materia. Las fechas concretas se comunicarán con suficiente antelación.

Prácticas de Laboratorio

Se realizarán en varias sesiones distribuidas a lo largo del curso, en fechas y lugar anunciado con antelación. **La asistencia a todas las sesiones de laboratorio es obligatoria.** Se evaluará el aprovechamiento y grado de destreza alcanzado, así como la calidad de los cuadernos y/o informes presentados y la resolución de cuestiones. Será imprescindible superarlas para aprobar la asignatura. El alumno que no las supere deberá recuperarlas en las convocatorias oficiales de junio o de septiembre. Caso de superarlas, la calificación se guarda hasta la convocatoria de septiembre. Su calificación constituye el 15% de la nota total.

Pruebas teórico-prácticas

La asignatura está estructurada en dos parciales, cuya evaluación se realizará en sus dos respectivas pruebas teórico-prácticas. El primer parcial incluye los temas explicados durante el primer semestre y el segundo parcial los temas explicados durante el segundo semestre. Las pruebas correspondientes al 1º y 2º parciales eliminan materia, de modo que quien apruebe alguna de ellas **no necesita volver a examinarse** de esa parte de la asignatura durante el mismo curso académico; **la nota se guarda hasta septiembre.** Para aprobar cada uno de los parciales es necesario obtener un mínimo de 5,0 sobre 10. Como norma general hay que aprobar los dos parciales de forma independiente, y quien suspenda alguno de ellos deberá volver a examinarse del parcial suspendido en una convocatoria posterior. Como excepción, si se obtiene una nota comprendida entre 4,0 y 4,9 en uno de los parciales se podrá promediar con la nota

27100 - Química general

obtenida en el otro parcial. Las fechas de realización de las pruebas corresponden al periodo de exámenes de enero-febrero y a las convocatorias oficiales de junio y septiembre, y se indican en el calendario de exámenes de la Facultad.

Nota final

Una vez realizadas las pruebas de evaluación, la nota final de cada alumno será la mayor de entre las dos notas (nota 1 o nota 2) que se indican a continuación (P1= nota del 1º parcial; P2= nota del 2º parcial; T = nota promedio de los dos parciales; C= nota promedio de los dos controles de problemas; L= nota de Prácticas de Laboratorio):

$$\text{Nota 1} = 0,35 \cdot P1 + 0,35 \cdot P2 + 0,15 \cdot C + 0,15 \cdot L$$

$$\text{Nota 2} = 0,85 \cdot T + 0,15 \cdot L$$

Calendario de pruebas de evaluación:

1.- Prueba de nomenclatura y formulación inorgánica (elimina materia; se guarda hasta septiembre). Fecha aproximada: noviembre.

2.- Prueba de nomenclatura y formulación orgánica (elimina materia; se guarda hasta septiembre). Fecha aproximada: diciembre-enero.

3.- Primer control de problemas. Fecha aproximada: diciembre.

4.- Periodo de exámenes de enero-febrero.

En este periodo de exámenes se realizará una prueba correspondiente al primer parcial. Quien apruebe el primer parcial en esta prueba elimina materia, de modo que no necesita volver a examinarse de esta parte de la asignatura durante el mismo curso académico; la nota se guarda hasta septiembre. Presentarse al primer parcial en febrero **no consume convocatoria**. La fecha concreta se indica en el calendario de exámenes de la Facultad.

5.- Segundo control de problemas. Fecha aproximada: abril.

6.- Primera convocatoria oficial (junio).

En esta convocatoria, la prueba global estará dividida en las siguientes partes:

Nomenclatura y formulación inorgánica

Nomenclatura y formulación orgánica

Primer parcial

27100 - Química general

Segundo parcial

Examen Práctico de Laboratorio (sólo para aquellos alumnos que no hayan superado las prácticas a lo largo del curso).

Cada estudiante necesita presentarse solo a las partes que no tenga aprobadas en pruebas anteriores realizadas durante el curso. Las notas de las partes que apruebe se guardan hasta septiembre, y está en vigor el promedio entre parciales si se cumplen las condiciones.

El estudiante que hubiera aprobado el primer parcial en enero-febrero tiene la opción de presentarse, si lo desea, a la parte del primer parcial para subir nota. En caso de que elija esta opción se le conservará la mayor de las notas obtenidas.

El presentarse a cualquiera de las partes de esta prueba global consume convocatoria. Si un estudiante no se presenta a esta convocatoria aparecerá en el acta como "No presentado", aunque se hubiera presentado a la prueba del 1º parcial en enero-febrero o a alguna de las pruebas de formulación (todas ellas, si están aprobadas, se guardan hasta septiembre). Si, una vez realizada esta convocatoria, un estudiante tiene un parcial aprobado y otro suspendido aparecerá en actas como "Suspenso" con la nota del parcial suspendido (el parcial aprobado se guarda hasta septiembre). Si tiene los dos parciales aprobados pero alguna prueba de nomenclatura y formulación suspendida, aparecerá en actas como "Suspenso" con nota 4,0 (los parciales aprobados se guardan hasta septiembre).

7.- Segunda convocatoria oficial (septiembre).

En esta convocatoria, la prueba global estará dividida en las siguientes partes:

Nomenclatura y formulación inorgánica

Nomenclatura y formulación orgánica

Primer parcial

Segundo parcial

Examen Práctico de Laboratorio (sólo para aquellos alumnos que no hayan superado las prácticas a lo largo del curso).

Cada estudiante deberá presentarse solo a las partes que no tenga aprobadas en la convocatoria anterior. Se mantiene en vigor el promedio entre parciales si se cumplen las condiciones.

El estudiante que no hubiera superado la asignatura en la convocatoria de junio, pero tuviera algún parcial aprobado (cuya nota se guarda hasta septiembre) tiene la posibilidad de presentarse a subir nota (excepto al primer parcial en el caso de que ya se hubiera presentado a subir nota en la convocatoria de junio). Se le aplicará la mayor de las notas obtenidas.

El presentarse a cualquiera de las partes de esta prueba global consume convocatoria.

27100 - Química general

Si, una vez realizada esta convocatoria, un estudiante tiene un parcial aprobado y otro suspendido, aparecerá en actas como "Suspenso", con la nota del parcial suspendido. Si tiene los dos parciales aprobados, pero alguna prueba de nomenclatura y formulación suspendida, aparecerá en actas como "Suspenso", con nota 4,0.

El temario que los estudiantes deben utilizar para preparar las diferentes pruebas se encuentra en el apartado "Actividades y recursos" de esta misma guía docente

Normativa

El número de convocatorias oficiales de examen a las que la matrícula da derecho (2 por matrícula) así como el consumo de dichas convocatorias se ajustará a la Normativa de Permanencia en Estudios de Grado y Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje. A este último reglamento, también se ajustará el sistema de calificación, y de acuerdo a la misma se hará público el horario, lugar y fecha en que se celebrará la revisión al publicar las calificaciones.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Teoría 7 ECTS

Problemas 3 ECTS

Prácticas de laboratorio 2 ECTS

Los alumnos matriculados en la asignatura pueden acceder a contenidos y materiales en el espacio asignado a la asignatura en la plataforma Moodle de la Universidad de Zaragoza <https://moodle2.unizar.es/add/>

4.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

- Clases de teoría en forma de exposiciones magistrales participativas.
- Clases participativas de Formulación y Nomenclatura y de Problemas numéricos, en grupos con la mitad de los alumnos de teoría.
- Sesiones de Prácticas de Laboratorio en grupos reducidos.
- Tutorías personalizadas.
- Apoyo a la formación mediante los recursos disponibles en el espacio asignado a la asignatura en la plataforma Moodle, donde se puede acceder al siguiente material:

- 1.- Copia de las presentaciones utilizadas en las clases teóricas por el profesor estructuradas por temas.
- 2.- Cuaderno de problemas seleccionados por temas.
- 3.- Cuaderno de nomenclatura de compuestos inorgánicos con numerosos ejemplos.
- 4.- Cuaderno de nomenclatura de compuestos orgánicos con numerosos ejemplos.
- 5.- Videos didácticos seleccionados.

27100 - Química general

Todo alumno será informado sobre los riesgos que puede tener la realización de las prácticas de esta asignatura, así como si se manejan productos peligrosos y qué hacer en caso de accidente, y deberá firmar el compromiso a cumplir con las normas de trabajo y seguridad para poder realizarlas. Para más información, consultar la información para estudiantes de la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales: <http://uprl.unizar.es/estudiantes.html>.

4.3. Programa

Programa Teórico:

1. INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA MODERNA

El Alcance de la Química. Propiedades, Estados y Clasificación de la Materia. Medidas de Propiedades de la Materia. Sistema Internacional de Unidades (SI). Cifras Significativas. Incertidumbre en las Medidas Científicas.

2. LOS ÁTOMOS Y LA TEORÍA ATÓMICA

Primeros Descubrimientos Químicos. El Electrón y otros Descubrimientos: Rayos-X y Radiactividad. El Átomo Nuclear. Los Elementos Químicos. Determinación de Masas Atómicas. El Concepto de Mol y Masa Molar.

3. COMPUESTOS QUÍMICOS

Tipos de Compuestos y sus Fórmulas. Representación Estructural de las Moléculas. El Concepto de Mol y Compuestos Químicos. Composición de los Compuestos Químicos. Estados de Oxidación.

4. REACCIONES QUÍMICAS Y ESTEQUIOMETRÍA.

Reacciones Químicas y la Ecuación Química. La Ecuación Química y la Estequiometría. Reacciones Químicas en Disolución. La Naturaleza de las Disoluciones Acuosas. Aspectos Prácticos de la Estequiometría.

5. TERMODINÁMICA QUÍMICA

Términos Básicos: Calor. Trabajo. La Primera Ley de la Termodinámica. Calores de Reacción: ΔU y ΔH . Entalpías Estándar de Reacción. Entalpías Estándar de Formación. Fuentes y Usos de la Energía. Espontaneidad: el Significado del Cambio Espontáneo. Espontaneidad y Desorden. El Concepto de Entropía. Criterios del Cambio Espontáneo: la Segunda Ley de la Termodinámica. Evaluación de la Entropía y de Cambios de Entropía. Energía Libre Estándar, ΔG° . Cambios de Energía Libre y Equilibrio.

6. CINÉTICA QUÍMICA

Velocidad de una Reacción Química. Medida de Velocidades de Reacción: Concentraciones en Función del Tiempo. Efecto de las Concentraciones en las Velocidades de Reacción: La Ecuación de Velocidad. Reacciones de Orden Cero. Reacciones de Primer Orden. Reacciones de Segundo Orden. Cinética de una Reacción: Resumen. Teorías de la Cinética Química. Efecto de la Temperatura en la Velocidad de una Reacción. Mecanismos de Reacción. Catálisis.

7. LOS ELECTRONES EN LOS ÁTOMOS

27100 - Química general

Radiación Electromagnética. Espectros atómicos. Teoría Cuántica: El Efecto Fotoeléctrico. El Átomo de Bohr. Energía de Ionización del Átomo de Hidrógeno. Dualidad Onda-Partícula. El Principio de Incertidumbre. Mecánica Ondulatoria: Números Cuánticos y Orbitales. Espín del Electrón: Un Cuarto Número Cuántico. Átomos Polielectrónicos. Carga Nuclear Efectiva. Efecto de Apantallamiento. Diagramas de Energía de Orbitales. Configuraciones Electrónicas de los Elementos y Tabla Periódica.

8. LA TABLA PERIÓDICA Y PROPIEDADES PERIÓDICAS

Clasificación de los Elementos. La Ley Periódica y la Tabla Periódica. La Tabla Periódica Moderna. Metales y No Metales. Configuraciones Electrónicas de Iones. Radios Atómicos. Energía de Ionización. Afinidad Electrónica. Propiedades Magnéticas. Propiedades Periódicas y Tabla Periódica: Resumen.

9. ENLACE QUÍMICO I. CONCEPTOS BÁSICOS

Aspectos Experimentales del Enlace Químico. Teoría de Lewis. Introducción al Enlace Iónico. Estructuras de los Cristales Iónicos. Aspectos Energéticos en la Formación de un Enlace Iónico. Introducción al Enlace Covalente. Carácter Iónico Parcial de un Enlace Covalente. Electronegatividad. Estados de Oxidación. Carácter Covalente Parcial de un Enlace Iónico. Polarización. Estructuras de Lewis. Resonancia. Excepciones a la Regla del Octeto. Formas de las Moléculas. Teoría de Repulsión de los Pares de Electrones de la Capa de Valencia (VSEPR). Longitudes de Enlaces y Energías de Enlace.

10. ENLACE QUÍMICO II. ASPECTOS ADICIONALES

Introducción a la Teoría de Enlace de Valencia. Hibridización de Orbitales Atómicos. Enlaces Covalentes Múltiples. Introducción a la Teoría de Orbitales Moleculares. Orbitales Moleculares en Moléculas Diatómicas Homonucleares de Átomos del Segundo Período. Orbitales Moleculares Deslocalizados. El Enlace en el Benceno. El Enlace Metálico. Estructura de los Metales. El Enlace en los Metales: Teoría de Bandas.

11. SÓLIDOS. FUERZAS INTERMOLECULARES. RELACIONES ENTRE COMPOSICIÓN ATÓMICA, ENLACE, ESTRUCTURA Y PROPIEDADES.

Comparación de los Estados de la Materia. Tipos de Sólidos. Sólidos Covalentes. Fuerzas Intermoleculares. Fuerzas de Van der Waals. Enlaces de Hidrógeno. Relaciones entre Composición Atómica - Enlace Químico - Estructura - Propiedades. Estudio de Propiedades. Temperaturas de Fusión y Ebullición. Propiedades Mecánicas. Solubilidad.

12. GASES

Propiedades de los Gases: El Concepto de Presión. Las Leyes de los Gases. La Ecuación de los Gases Ideales: Aplicaciones. Mezclas de Gases. Gases no ideales (Reales).

13. LÍQUIDOS

Propiedades de los Líquidos. Vaporización y Presión de Vapor. Transiciones de Fase. Diagramas de Fases. Propiedades del Agua.

14. DISOLUCIONES

27100 - Química general

Tipos de Disoluciones: Terminología. Energética del Proceso de Disolución. Concentración de una Disolución. Proceso de Disolución y Equilibrio. Mezclas de Líquidos: Disoluciones Ideales y sus Presiones de Vapor. Equilibrio. Líquido-Vapor: Disoluciones Ideales. Disoluciones de Sólidos y Gases en Líquidos: Presión de Vapor de Disoluciones Diluidas Ideales. Solubilidades de Gases. Disoluciones de Sólidos en Líquidos: Propiedades Coligativas. Mezclas Coloidales.

15. PRINCIPIOS DEL EQUILIBRIO QUÍMICO

Expresión de la Constante de Equilibrio. Relaciones que Afectan a la Constante de Equilibrio. Magnitud de la Constante de Equilibrio. El Cociente de Reacción, Q . Predicción de la Dirección del Cambio Espontáneo. Cambio de las Condiciones de un Equilibrio. El Principio de Le Chatelier.

16. EQUILIBRIOS ÁCIDO-BASE

Teorías de Ácidos y Bases: Teoría de Arrhenius. Teoría de Brønsted-Lowry. Teoría de Lewis. Autoionización del Agua y Escala de pH. Ácidos Fuertes y Bases Fuertes. Ácidos Débiles y Bases Débiles. Ácidos Polipróticos. Estructura Molecular y Comportamiento Ácido-Base. Comportamiento Ácido-Base de Compuestos Orgánicos. Cálculos de Equilibrios Ácido-Base. Disoluciones Reguladoras.

17. EQUILIBRIOS DE SOLUBILIDAD Y FORMACIÓN DE COMPLEJOS

Equilibrios de Iones Complejos. Cálculos. Constante de Producto de Solubilidad, K_{ps} . Relaciones entre Solubilidad y K_{ps} . Efecto del Ión Común. Limitaciones del Concepto K_{ps} . Criterios de Precipitación. Cálculos de Equilibrios de Precipitación.

18. EQUILIBRIOS REDOX Y ELECTROQUÍMICA

Equilibrios Redox. Ecuación de Nernst. Cálculos de Equilibrios Redox. Potenciales de Electrodo y su Medida. Potenciales de Reducción Estándar. E_{cell} , ΔG , and K . E_{cell} en Función de las Concentraciones. Pilas: Generación de Electricidad a partir de Reacciones Químicas. Corrosión. Pilas no Deseadas. Electrólisis. Reacciones no Espontáneas en Procesos Electrolíticos Industriales.

19. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS ELEMENTOS

Elementos: Clasificación en Metales, no Metales y Semimetales. Tipos de Estructuras: Polimorfos y Alótropos. Propiedades Físicas. Propiedades Químicas: Potenciales de Reducción Estándar. Estados de Oxidación.

20. OBTENCIÓN DE LOS ELEMENTOS

Elementos Metálicos: Estado Natural. Obtención de Metales. Reducción de Óxidos Metálicos (Diagramas de Ellingham). Reducción por Carbono. Metalotermias. Electrólisis. No Metales: Estado Natural y Preparación de Algunos Elementos Representativos.

21. ESTRUCTURA DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

27100 - Química general

Principales Tipos de Compuestos Orgánicos y sus Estructuras. Alcanos. Cicloalcanos. Estereoisomería en Compuestos Orgánicos. Isomería *cis/trans*. Isomería Óptica.

Programa de Prácticas de Laboratorio:

- Seguridad y trabajo básico en el laboratorio
 - Concentración de las disoluciones. Electrolitos fuertes y débiles.
 - Equilibrios en disolución. Indicadores. Reacciones ácido-base
 - Determinación de la constante de un equilibrio
 - Cromatografía en columna. Separación de una mezcla de colorantes.
-
- Extracción líquido-líquido. Aislamiento de cafeína.

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El periodo de clases teóricas y de problemas coincidirá con el establecido oficialmente. Consultar en: <https://ciencias.unizar.es/grado-en-biotecnologia>.

Los lugares de impartición de las sesiones, el calendario y los grupos de prácticas se establecerán de manera coordinada con el resto de materias a principio de curso. El coordinador confeccionará los grupos de prácticas a principio de curso con el objeto de no producir solapamientos con otras asignaturas.

Para aquellos alumnos matriculados los lugares, horarios y fechas de clases teóricas y sesiones prácticas se harán públicos a través del TABLON DE ANUNCIOS DEL GRADO en la plataforma Moodle de la Universidad de Zaragoza <https://moodle2.unizar.es/add/> y en el moodle de la asignatura. Dichas vías serán también utilizadas para comunicar a los alumnos matriculados su distribución por grupos de prácticas que serán organizados desde la Coordinación del Grado. A través del moodle de la asignatura se comunicarán los lugares, horarios y fechas de las convocatorias oficiales de Junio y septiembre, así como del primer parcial, controles de formulación y nomenclatura y controles de problemas.

Unas fechas provisionales se podrán consultar en la página web de la Facultad de Ciencias en la sección correspondiente del Grado en Biotecnología: <https://ciencias.unizar.es/grado-en-biotecnologia>.

En dicha web se podrán consultar también las fechas de exámenes en el apartado Grado en Biotecnología.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados