



## Guía Docente

Datos Identificativos					2022/23
Asignatura (*)	Cristalografía e Simetría	Código	610G04006		
Titulación	Grao en Nanociencia e Nanotecnoloxía				
Descritores					
Ciclo	Período	Curso	Tipo	Créditos	
Grao	2º cuatrimestre	Primeiro	Formación básica	6	
Idioma	CastelánGalego				
Modalidade docente	Presencial				
Prerrequisitos					
Departamento	Química				
Coordinación	Hernández Hernández, Armand	Correo electrónico	armand.hernandez@udc.es		
Profesorado	Hernández Hernández, Armand López Vicente, Manuel	Correo electrónico	armand.hernandez@udc.es manuel.lopez.vicente@udc.es		
Web					
Descrición xeral	<p>?Cristalografía e Simetría? é unha materia do segundo semestre do primeiro curso do Grao en Nanociencia e Nanotecnoloxía, que pertence ao Módulo de Formación Básica.</p> <p>Con ela preténdese que o alumnado coñeza e aprenda a aplicar os fundamentos da simetría puntual e da simetría espacial, se familiaricen co mundo dos cristais, coas estruturas máis comúns dos sólidos cristalinos, coa difracción de raios-X como ferramenta de caracterización dos cristais, así como coa relación da cristalografía e a simetría con outras disciplinas. Estes coñecementos e habilidades proporcionarán a base teórica e práctica necesaria para que o estudantado poda profundizar no mundo dos nanomateriais cristalinos e a súa caracterización por métodos difractométricos e espectroscópicos en posteriores materias do grao en Nanociencia e Nanotecnoloxía.</p>				

## Competencias / Resultados do título

Código	Competencias / Resultados do título
A3	CE3 - Reconocer y analizar problemas físicos, químicos, matemáticos, biológicos en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología, así como plantear respuestas o trabajos adecuados para su resolución, incluyendo el uso de fuentes bibliográficas.
A5	CE5 - Conocer los rasgos estructurales de los nanomateriales, incluyendo las principales técnicas para su identificación y caracterización
A6	CE6 - Manipular instrumentación y material propios de laboratorios para ensayos físicos, químicos y biológicos en el estudio y análisis de fenómenos en la nanoescala.
A7	CE7 - Interpretar los datos obtenidos mediante medidas experimentales y simulaciones, incluyendo el uso de herramientas informáticas, identificar su significado y relacionarlos con las teorías químicas, físicas o biológicas apropiadas.
A8	CE8 - Aplicar las normas generales de seguridad y funcionamiento de un laboratorio y las normativas específicas para la manipulación de la instrumentación y de los productos y nanomateriales.
B4	CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
B6	CG1 - Aprender a aprender
B7	CG2 - Resolver problemas de forma efectiva.
B8	CG3 - Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo.
C3	CT3 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida
C7	CT7 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social.
C8	CT8 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad

## Resultados da aprendizaxe



Resultados de aprendizaxe	Competencias / Resultados do título		
	A3	B6	C3
Identificar as principais formas, estruturas, crecementos, óptica e sistemas cristalinos	A5	B7	C8
	A7	B8	
Describir e analizar a forma externa dos cristais, os seus modelos estruturais e as súas posibles transformacións	A3	B6	C3
	A5	B7	C8
	A7	B8	
Diferenciar os principais elementos de simetría e a súa nomenclatura	A5	B4	C3
Recoñecer os fundamentos da difracción	A3		C3
	A6		C7
	A8		C8
Resolver problemas básicos de cristalografía	A3	B7	C3
	A5	B8	
	A7		

Contidos	
Temas	Subtemas
Tema 1. Introducción.	Introdución ao mundo dos cristais e da simetría. A súa relevancia no campo da nanociencia e a nanotecnoloxía.
Tema 2. Teoría reticular.	Redes cristalinas. Nudos, filas, planos reticulares e as súas notacións. Celdas elementais. Redes recíprocas. Espaciado reticular. Exercicios e problemas.
Tema 3. Simetría dos cristais I: Simetría puntual.	Concepto de simetría. Operadores de simetría puntual. Proyección estereográfica. Aplicacións da simetría puntual
Tema 4. Simetría dos cristais II: Teoría de grupos.	Fundamentos da teoría de grupos. Descrición e representación dos Grupos Puntuais de Simetría (G.P.S.). Aplicacións dos G.P.S.: Descrición da simetría das moléculas e da morfoloxía cristalina. Redes de Bravais. Resolución de problemas sinxelos.
Tema 5. Simetría dos cristais III: Grupos espaciais.	Grupos espaciais planos e tridimensionais. Operacións de simetría espacial. Traslacións. Planos de deslizamento. Eixes helicoidais. Proxeccións de estruturas cristalinas. Táboas de grupos espaciais. Exercicios e problemas.
Tema 6. Morfoloxía cristalina e propiedades dos cristais.	Formas e hábitos. Mecanismos de crecemento cristalino. Propiedades físicas. Óptica cristalina. Propiedades ópticas e estrutura dos minerais. Exercicios e exemplos prácticos
Tema 7. Introducción á difracción de raios X.	Conceptos básicos da interacción radiación-materia. A ley de Bragg. Os difractogramas de raios-X de pó e a súa utilidade no estudo de sólidos cristalinos.

Planificación				
Metodoloxías / probas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciais e virtuais)	Horas traballo autónomo	Horas totais
Sesión maxistral	A3 A5 A7 B4 B7 B8 C8	28	42	70
Prácticas de laboratorio	A5 A6 A7 A8 B6 B7 B8 C3 C7	12	12	24
Obradoiro	A5 B6 C7	4	14	18
Proba mixta	A3 A5 A7 B4 B7 B8 C8	3	18	21
Proba obxectiva	A3 A5 A7 B4 B7 B8 C8	1	0	1
Seminario	A3 A5 C3 C7	3	12	15



Atención personalizada		1	0	1
*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado				

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	Na clase maxistral introducíranse os contidos dos correspondentes temas, destacando os seus aspectos máis importantes e deténdose particularmente naqueles conceptos fundamentais e/ou de máis difícil comprensión para o alumnado. Trátase de sesión interactivas, nas que se pretende que o alumnado participe formulando preguntas e requirindo a clarificación de ideas ou conceptos.
Prácticas de laboratorio	Exercicios e problemas nos que se utilizan modelos morfolóxicos e estruturais de minerais. Preparación e estudo de compostos cristalinos, así como a súa caracterización mediante difracción de Raios-X, e a interpretación dos resultados obtidos usando programas informáticos. O alumnado elaborará un caderno de laboratorio no que describirá o traballo realizado no laboratorio e a análise dos resultados, así como as principais conclusións.
Obradoiro	Actividade formativa de carácter eminentemente práctico deseñada co obxectivo de incidir naqueles aspectos da materia de máis difícil comprensión. O traballo realizarase individualmente ou en grupos baixo a dirección do profesorado.
Proba mixta	As probas de conxunto que se realizarán no calendario acordado pola xunta de facultade. O seu contido recollerá preguntas de desenvolvemento e tamén de tipo test, así como exercicios de problemas que serán similares aos analizados ao longo do curso. O seu obxectivo é obter unha avaliación do nivel de coñecementos e competencias acadados polo alumnado, así como avaliar a capacidade deste para relacionalos e para obter unha visión de conxunto da materia.
Proba obxectiva	De xeito periódico, nas sesións de solución de problemas, o alumnado realizará unha serie de probas curtas, de tipo test ou de resposta breve, destinadas tanto á avaliación do grao de adquisición de competencias como ao afianzamento dos contidos vistos nas sesións maxistras. Esta actividade permitirá non só realizar un seguimento da evolución do alumnado, senón que tamén servirá para detectar aqueles aspectos da materia que presentan unha maior dificultade de comprensión.
Seminario	Estas sesións estarán dedicadas á resolución de problemas e cuestións por parte do alumnado, coa orientación do profesorado. Estes problemas facilitaranse secuenciados no tempo de acordo cos contidos tratados nas sesións maxistras, e poranse á disposición do alumnado coa suficiente antelación para que poidan traballar sobre eles antes da correspondente sesión presencial.

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Proba mixta Prácticas de laboratorio Seminario Obradoiro Proba obxectiva Sesión maxistral	A metodoloxía de ensino proposta está baseada no traballo do estudantado, quen se converte no principal responsable do seu proceso educativo. Para que obteña o mellor rendemento do seu esforzo, e co fin de guialo neste proceso, é de extrema importancia acadar unha interacción estreita e constante alumnado-profesorado. A través de tal interacción, e das diferentes actividades de avaliación, o profesorado poderá determinar ata que punto o alumnado está a acadar os obxectivos propostos en cada unidade temática e orientalo a este respecto. Esta orientación levarase a cabo a través de entrevistas individuais que se celebrarán nas horas de tutoría do profesorado e/ou nos horarios máis convenientes para o alumnado. Obviamente, a parte destas tutorías propostas polo profesorado, o alumnado poderá acudir a tutorías a petición propia tantas veces desexe e nos horarios que lle resulten máis convenientes para ambos.

Avaliación			
Metodoloxías	Competencias / Resultados	Descrición	Cualificación
Proba mixta	A3 A5 A7 B4 B7 B8 C8	Constará tanto de preguntas de desenvolvemento, como de preguntas tipo test e problemas que serán similares aos expostos ao longo do curso.	60



Prácticas de laboratorio	A5 A6 A7 A8 B6 B7 B8 C3 C7	Avaliaranse os seguintes aspectos do traballo no laboratorio: - Organización do traballo e seguridade. - Actitude, curiosidade científica e grao de implicación no traballo. - Cualidade na interpretación dos resultados. - Cualidade do informe final (caderno de laboratorio).	15
Seminario	A3 A5 C3 C7	Cualificaranse tanto as respostas do alumnado como a súa participación individual ou de grupo nas correspondentes actividades presenciais. Ocasionalmente, e a requirimento do profesor, o alumnado deberá entregar os boletíns de problemas que tamén poderán ser avaliados.	5
Obradoiro	A5 B6 C7	Teranse en conta non só aspectos asociados ás actividades realizadas neles, senón tamén o nivel de participación e de coñecementos demostrado polo alumnado.	5
Proba obxectiva	A3 A5 A7 B4 B7 B8 C8	Periodicamente, o alumnado realizará unha serie de probas curtas, de tipo test ou resposta breve, durante as sesións de seminario. Estas probas obxectivas están deseñadas tanto para avaliar o grao de adquisición de competencias, como para afianzar os contidos vistos nas sesións maxistras. Esta actividade non só permitirá facer un seguimento da evolución do alumnado, senón que tamén servirá de ferramenta para detectar aqueles aspectos da materia que presentan unha maior dificultade de comprensión.	15

Observacións avaliación



A superación da materia require acadar un mínimo de 50 puntos, debéndose cumprir ao mesmo tempo a condición de obter un mínimo dun 40% da cualificación da Proba mixta, nas Probas obxectivas e nas prácticas de laboratorio. No caso de que non se acade a puntuación mínima nalguna delas, se a media do conxunto é superior ou igual a 50 puntos, a materia figurará como suspensa (45 sobre 100 puntos). Dado que a cualificación baséase nun modelo de avaliación continua, valorarase especificamente a progresión do alumnado ao longo de todo o cuadrimestre, cun máximo de 10 puntos que poderá sumarse á cualificación final sempre que esta sexa superior aos 50 puntos. A avaliación non poderá ser positiva se non se asistiu a todas as clases de laboratorio. A cualificación de non presentado obterase coa participación en actividades que sumen menos do 25% da cualificación final da avaliación continua. A "segunda oportunidade de xullo" enténdese exclusivamente como unha segunda oportunidade de realización da proba mixta: Repetirase a proba mixta, que suporá o 50% da cualificación. Á devandita nota sumarase as cualificacións obtidas nas demais actividades realizadas durante o curso. As matriculas de honra outorgaranse prioritariamente a alumnado que supere a materia na primeira oportunidade. Só se outorgará na ?segunda oportunidade? se o número máximo delas non se cubre na primeira.

O alumnado que se acolla ao ?recoñecemento de dedicación a tempo parcial e dispensa académica de exención de asistencia? de acordo coa normativa da UDC, deberán asistir de maneira obrigatoria ás prácticas de laboratorio. A cualificación final para os devanditos alumnos/as constará de dúas partes: a cualificación obtida nas prácticas de laboratorio, que contribuirá nun 20% á nota final, e a proba mixta, que computará polo 80% restante. Estas porcentaxes de cualificación aplicaranse ás dúas oportunidades. No caso de circunstancias excepcionais, obxectivables e adecuadamente xustificadas, o Profesor Responsable podería eximir total ou parcialmente a algún membro do alumnado de concorrer ao proceso de avaliación continuada. O alumnado que se atopara nesta circunstancia deberá superar un exame específico que non deixe dúbidas sobre a consecución das competencias propias da materia.

A realización fraudulenta das probas ou actividades de avaliación, unha vez comprobada, implicará directamente a cualificación de suspenso "0" na materia na oportunidade correspondiente.

Segundo establece a "Norma que regula o réxime de dedicación ao estudo dos estudantes de grao na UDC" (Art.3.b e 4.5) e as "Normas de avaliación, revisión e reclamación das cualificacións dos estudos de grao e mestrado universitario (Art. 3 e 8b), o alumnado con recoñecemento de dedicación a tempo parcial e dispensa académica de exención de asistencia deberá de poder participar dunha metodoloxía formativa e actividades docentes asociadas que lle permitan acadar os obxectivos formativos e as competencias propias da materia. Porén, este alumnado poderá participar dun sistema personalizado de titorías de orientación e avaliación que servirán por unha banda, para orientar o traballo autónomo do alumno e levar un seguimento da súa progresión durante o curso; e por outra, para avaliar o grao de desenvolvemento competencial acadado.

A porcentaxe de dispensa quedará prefixada nunha primeira entrevista co alumnado, unha vez coñecida a súa situación persoal. Deste xeito, fixarase un cronograma para as titorías de orientación, e determinarase o número de obradoiros de resolución de problemas que deberán ser avaliados mediante esta metodoloxía (cada dúas sesións de seminario ou obradoiro serán avaliados mediante 1 titoría). Unha vez coñecidos, ponderarase o seu número sobre o total e fixarase o número de titorías das que este alumnado deberá participar. Todas elas serán prefixadas co alumnado en función da súa dispoñibilidade, atendendo ao cronograma de contidos da materia e concretando os prazos de entrega do diferente material susceptible de ser avaliado (boletíns de problemas e cuestións). Este material seralle entregado previamente a través da plataforma Moodle segundo o cronograma acordado na entrevista inicial.

Durante as sesións de titoría trátanse aspectos asociados tanto aos contidos da materia como á revisión conxunta dos traballos entregados, amais da realización de pequenos test de avaliación para comprobar se o alumnado segue con aproveitamento estas actividades.

## Fontes de información

### Bibliografía básica

- Sands, Donald E. (1974). Introducción a la cristalografía. Barcelona, Reverté
- Kettle, Sidney F.A. (2007). Symmetry and structure readable group theory for chemists. Hoboken: John Wiley
- Borhardt-Ott, Walter (2011). Crystallography : an introduction . Berlin, Springer
- Dept. de Cristalografía y Biol. Estruc. , CSIC (2020). Crystalografía.
- Hargittai, István (1995). Symmetry through the eyes of a chemist. New York : Plenum Press
- Hammond, C (2009). The Basics of crystallography and diffraction. Oxford University Press
- Klein, C; Hurlbut, C.S. Jr. (1996-1997). Manual de mineralogía basado en la obra de J.D. Dana. Vol. 1.. Barcelona, Reverté
- Bloss, F.D. (1994). Crystallography and crystal chemistry: an introduction. Washington, Mineralogical Society of America



<b>Bibliografía complementaria</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Müller, Ulrich (2013). Relaciones de simetría entre estructuras cristalinas : aplicaciones de la teoría de grupos cristalográficos en cristalografía. Madrid</li><li>- DAVID J. WILLOCK (2009). Molecular Symmetry. Willey</li><li>- Giacovazzo, C (2011). Fundamentals of crystallography. Oxford ; New York : Oxford University Press</li><li>- Amorós, J.L. (1990). El Cristal : morfología, estructura y propiedades físicas. Madrid, Ed. Atlas</li><li>- Nesse, W.D. (2009). Introduction to optical mineralogy. New York : Oxford University Press</li><li>- Amigo, J.M. et al. (1981). Cristalografía.. Madrid, Rueda.</li></ul>
------------------------------------	---

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Química: Enlace e Estrutura/610G04005

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

### Materias que continúan o temario

Cristalografía Avanzada/610G04042

Técnicas de Caracterización de Nanomateriais 2/610G04030

Técnicas de Caracterización de Nanomateriais 1/610G04025

Estado Sólido/610G04022

Espectroscopía/610G04017

### Observacións

A materia require ter cursado con aproveitamento a materia "Enlace e Estrutura" (610G04005). Programa Green Campus Facultade de CienciasPara

axudar a conseguir unha contorna sustentable e cumprir co punto 6 da

" Declaración Ambiental da Facultade de Ciencias (2020)", os

traballos documentais que se realicen nesta materia:&nbsp;a.-

Solicitaranse maioritariamente en formato virtual e soporte informático.&nbsp;b.-

De realizarse en papel:&nbsp;-

Non se empregarán plásticos.&nbsp;-

Realizaranse impresións a dobre cara.&nbsp;-

Empregarase papel reciclado.&nbsp;- Evitarase a realización de borradores.

(\*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías