



DATOS IDENTIFICATIVOS

Paleoclimatoloxía e Paleoceanografía

Materia	Paleoclimatoloxía e Paleoceanografía			
Código	V10M153V01206			
Titulación	Máster Universitario en Oceanografía			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Xeociencias mariñas e ordenación do territorio			
Coordinador/a	Marino , Gianluca			
Profesorado	Marino , Gianluca Rey García, Daniel			
Correo-e	gianluca.marino@uvigo.es			
Web	http://masteroceanografia.com/			

Descrición xeral A materia céntrase no estudo do océano e do clima da Terra antes do período cuberto polas medicións instrumentais (~1850 ata a actualidade), o cal representa unha fracción moi pequena ($<10^{-7}$) da historia do noso planeta. Polo tanto, os rexistros instrumentais ofrecen unha visión incompleta das escalas temporais e os patróns de cambio no océano e no clima. A paleoclimatoloxía e a paleoceanografía proporcionan un marco de referencia completo de cambios de temperatura, patróns de precipitación, evolución das capas de xeo e adaptación da biosfera nunha ampla gama de estados e condicións límite do clima, avanzando o debate sobre como os altos niveis de gases de efecto invernadoiro, prognosticados para o século XXI e máis aló, afectan aos elementos clave do sistema climático.

A paleoclimatoloxía e a paleoceanografía son campos de estudo das Ciencias da Terra que ampliaron significativamente o seu alcance nas últimas décadas. Isto débese, en parte, a que estas disciplinas proporcionan unha comprensión dos patróns naturais de cambio e variabilidade no sistema climático da Terra, contextualizando os cambios futuros influenciados pola actividade humana. Ademais, o rápido desenvolvemento de enfoques metodolóxicos e analíticos, en gran medida diversificados e cuantitativos, foi outro factor clave. Este foi resultado de esforzos multidisciplinares que involucran a sedimentólogos, xeotécnicos, xeofísicos, biólogos, (micro)paleontólogos, xeostadísticos e modeladores. A paleoclimatoloxía e a paleoceanografía proporcionan información esencial para as comunidades científicas dedicadas ao clima e á oceanografía. Este feito evidénciase na contribución aos informes do Grupo Intergubernamental de Expertos sobre o Cambio Climático (IPCC, polas súas siglas en inglés), que fai case dúas décadas comezou a incluír capítulos dedicados especificamente ao paleoclima e á paleoceanografía. No informe máis recente, dita información intégrase nos achados do informe de avaliación como unha das múltiples liñas de evidencia para definir o estado do clima da Terra.

A materia céntrase en analizar o ritmo, a magnitude e as taxas dos cambios no océano e no clima ao longo do tempo xeolóxico e do rexistro instrumental, con especial atención nos cambios que acontecen nos océanos. Explóranse os seguintes temas: (i) as distintas escalas temporais (de 10^1 a 10^8 anos) e os patróns do cambio climático; (ii) as ferramentas de investigación empregadas para reconstruír o (paleo)océano e o (paleo)clima; e (iii) a relación entre os forzamentos, os procesos de retroalimentación e as respostas do sistema climático, especialmente no que respecta ás variacións de temperatura.

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
A1	Posuír e comprender coñecementos que acheguen unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, adoito nun contexto de investigación.
A2	Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.

A4	Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións, e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan, a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades.
A5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser, en grande medida, autodirixido e autónomo.
B2	Os estudantes interpretarán o comportamento do sistema oceánico global e os factores que o controlan.
B3	Os estudantes serán capaces de profundar nos principais procesos oceanográficos e as súas escalas espaciotemporais.
C1	Os estudantes serán capaces de adquirir coñecementos avanzados e mais relevantes, de carácter especializado e multidisciplinar, no ámbito da oceanografía e a súa aplicación ao medio mariño
C3	Os estudantes analizarán situacións e condicións oceanográficas específicas relacionadas co cambio global
C7	Os estudantes adquirirán coñecementos que lle permitirán reforzar e profundar nos mecanismos físicos que controlan os axustes entre a atmosfera e o océano, a variabilidade climática, así como na validez e contraste de modelos climáticos.
D3	Os estudantes serán capaces de comunicar a información obtida e as súas conclusións de forma efectiva ao público en xeral, a outros científicos e ás autoridades competentes, escoitando e respondendo de forma efectiva e, usando unha linguaxe apropiada á audiencia e ao contexto.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Obter información dos diversos proxies paleoceanográficos e paleoclimáticos e comprender como se utilizan para reconstruír os cambios oceánicos e climáticos.	A1 A2 A4 A5 B2 B3 C3 C7 D3
Integración da información obtida en rexistros paleoceanográficos e paleoclimáticos tanto a nivel rexional como global.	A1 A2 A4 A5 B2 B3 C1 C3 C7 D3
Comprender os mecanismos naturais do cambio climático nas diferentes escalas temporais e espaciais.	A1 A2 A4 A5 B2 B3 C1 C3 C7 D3
Reconstruír a historia do clima da Terra aproveitando a natureza continua dos rexistros sedimentarios oceánicos.	A1 A2 A4 A5 B2 B3 C1 C3 C7 D3

Extraer información dos rexistros paleoclimáticos e utilizala para comprender mellor o cambio climático actual e mellorar as predicións da evolución do clima futuro.	A1 A2 A4 A5 B2 B3 C1 C3 C7 D3
---	--

Contidos

Tema	
Tema 0. Introducción á materia	0.1. Obxectivos; 0.2. Organización dos temas e contidos; 0.3. Prácticas de laboratorio e seminarios; 0.4. Programa; 0.5. Sistema de cualificación.
Tema 1. Conceptos básicos e cambio (paleo) climático	1.1. O clima da Terra; 1.2. As escalas temporais do cambio climático; 1.3. Cambio e variabilidade climática; 1.4. Balance enerxético da Terra e (paleo)temperatura; 1.5. Mecanismos de forzamento, retroalimentación e resposta; 1.6. Sensibilidade climática en equilibrio e umbrais climáticos de temperatura.
Tema 2. Arquivos e indicadores	2.1. Introducción aos conceptos de arquivo e indicador (proxy) en paleoclimatoloxía e paleoceanografía; 2.2. Tipos de arquivos; 2.3. Indicadores micropaleontolóxicos e funcións de transferencia; 2.4. Indicadores xeoquímicos en foraminíferos; 2.5. Magnetismo ambiental; 2.6. Indicadores sedimentolóxicos; 2.7. Análise de incerteza nas reconstrucións paleoclimáticas.
Tema 3. Cronoloxías	3.1. A importancia da cronoloxía para descifrar o tempo e as taxas de cambio climático; 3.2. Métodos radiométricos de datación (por exemplo, radiocarbono e uranio-torio); 3.3. Estratigrafía de isótopos de osíxeno e correlacións estratigráficas.
Tema 4. Cambio climático a escala tectónica	4.1. A tectónica de placas, a meteorización, o CO2 atmosférico e a evolución do clima a longo prazo; 4.2. Climas de "icehouse" e "greenhouse".
Tema 5. Cambio climático a escala orbital	5.1. Control astronómico da radiación solar; 5.2. Insolación e clima; 5.3. Ciclos climáticos de ~40.000 e ~100.000 anos.
Tema 6. Variabilidade climática a escala suborbital	6.1. Padróns e mecanismos de variabilidade climática suborbital; 6.2. Eventos Dansgaard-Oeschger e Heinrich; 6.3. As capas de xeo do hemisferio norte, a circulación de volteo meridional do Atlántico e a actividade solar.
Tema 7. Variacións de CO2 na Terra sólida, o océano e a atmosfera	7.1. Reservorios de carbono no sistema Terra; 7.2. A Terra sólida e o ciclo do carbono a longo prazo; 7.3. Meteorización e CO2 atmosférico; 7.4. Química do carbonato no océano e a compensación do carbonato; 7.5. O papel do océano nas variacións glacial-interglacial das concentracións de CO2 atmosférico.
Prácticas de Laboratorio	Exercicio cuantitativo e / ou exemplos prácticos dos temas principais desenvolvidos ao longo do curso. Hai 3 prácticas no curso: Laboratorio 1 (foraminíferos como indicadores paleoclimáticos); Laboratorio 2 (sensibilidade climática); Práctica de laboratorio 3 (magnetismo aplicado ao paleoclima).
Seminarios	O curso consta de 3 seminarios que afondarán en temas específicos da materia (patróns de cambio paleoclimático, proxies paleoclimáticos, interaccións océano-atmosfera, variabilidade paleoclimática).

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	33	30	63

Prácticas de laboratorio	9	5	14
Presentación	2	22	24
Seminario	6	3	9
Presentación	2	5	7
Traballo	0	5	5
Práctica de laboratorio	0	3	3

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Relatorios sobre os 7 temas do programa. A cobertura dos temas será flexible para abordar as preguntas e os problemas que poidan xurdir durante a duración do curso. Algúns relatorios serán impartidos por conferenciantes convidados (estranxeiros) e realizaranse mediante conexión remota.
Prácticas de laboratorio	Ilustran os métodos e protocolos que se utilizan comunmente para xerar datos sedimentolóxicos, xeofísicos e / ou xeoquímicos a partir de testemuñas sedimentarias de augas profundas. As prácticas de laboratorio centraranse en: (1) foraminíferos como indicadores das condicións pasadas do océano; (2) o tema da sensibilidade climática baseado en datos paleoclimáticos; e (3) sobre os métodos do magnetismo aplicados á investigación do paleoclima. Asistencia obrigatoria.
Presentación	Presentacións orais relacionados cos temas abordados durante os relatorios. Asistencia obrigatoria.
Seminario	Presentacións adicionais centradas en temas específicos e actuais dentro dos campos da paleoclimatoloxía e paleoceanografía en sentido amplo (patróns de cambio paleoclimático, proxies paleoclimáticos, interaccións océano-atmosfera, variabilidade paleoclimática). Asistencia obrigatoria.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	As preguntas e dúbidas que poidan xurdir durante as conferencias abordaranse durante as titorías. Para programar unha tutoría, o estudante ou o grupo de estudantes deben poñerse en contacto cos profesores con suficiente antelación para programar de maneira eficiente a tutoría.
Prácticas de laboratorio	As preguntas e dúbidas que poidan xurdir durante as prácticas de laboratorio abordaranse durante as titorías. Para programar unha tutoría, o estudante ou o grupo de estudantes deben poñerse en contacto cos profesores con suficiente antelación para programar de maneira eficiente a tutoría.
Presentación	Antes da presentación final, os estudantes poden poñerse en contacto cos profesores para recibir asesoramento sobre o material bibliográfico que se podería utilizar no desenvolvemento do tema da presentación.
Seminario	As preguntas e dúbidas que poidan xurdir durante os seminarios trátaranse durante os titoriais. Para programar unha tutoría, o estudante ou o grupo de estudantes deben poñerse en contacto cos profesores con suficiente antelación para programar de maneira eficiente a tutoría.

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Presentación	Exposición oral sobre un tema relacionado cos desenvolvidos durante o curso.	40	A1	C3	D3
Traballo	Breves informes escritos sobre dous temas relacionados cos desenvolvidos durante o curso.	40		B2 B3	C1 C7
Práctica de laboratorio	Exercicios relacionados coas prácticas de laboratorio.	20	A2 A5	B3	

Outros comentarios sobre a Avaliación

A asistencia aos seminarios e prácticas de laboratorio é obrigatoria e un requisito esencial para obter unha avaliación positiva. Espérase que os estudantes que non poden asistir a algunhas destas actividades proporcionen unha xustificación adecuada para a súa ausencia. En caso contrario, a non asistencia a elas elimina a opción da 2ª oportunidade.

As datas oficiais para as probas de avaliación poderán ser consultadas no seguinte enlace:

<http://masteroceanografia.com/horarios/>

Todas as probas poderán ser recuperadas na segunda oportunidade.

Requírese do alumnado que curse esta materia unha conduta responsable e honesta. Considérase inadmisíbel calquera forma de fraude (copia ou plaxio) encamiñado a falsear o nivel de coñecementos e destrezas alcanzado en todo tipo de proba, informe ou traballo. As condutas fraudulentas poderán supoñer suspender a materia durante un curso completo. levará un rexistro interno destas actuacións para que, en caso de reincidencia, solicitar a apertura ao reitorado dun expediente disciplinario.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Archer, D., **The global carbon cycle**, Princeton University Press, 2010

Barron, E.J., **Climatic variation in Earth history**, University Science Books, 1996

Berner, E.K., Berner, R.A., **Global environment: Water, air, and geochemical cycles (Second Edition)**, Princeton University Press, 2012

Broecker, W.S., **What drives the ice ages?**, Egidio Press, 2013

Cronin, T. M., **Paleoclimates: Understanding climate change past and present**, Columbia University Press, 2010

Gornitz, V., **Encyclopedia of paleoclimatology and ancient environments**, Springer Science & Business Media, 2009

Hemming, S., **Heinrich events: Massive late Pleistocene detritus layers of the North Atlantic and their global climate imprint**, Reviews of Geophysics, 42, RG1005, Reviews in Geophysics, 2004

Pierrehumbert, R.T., **Principles of planetary climate**, Cambridge University Press, 2010

Rohling, E.J., **The oceans: A deep history**, Princeton University Press, 2018

Rohling, E.J., Marino, G., Foster, G.L., Goodwin, P.A., von der Heydt, A.S., Köhler, P., **Comparing climate sensitivity, past and present**, 10, Annual Reviews of Marine Science,

Ruddiman, W. F., **Earth's climate. Past and future (Third Edition)**, W.H. Freeman and Company, 2014

Sarmiento, J.L., Gruber, N., **Ocean biogeochemical dynamics**, Princeton University Press, 2006

Trenberth, K.E., **The changing flow of energy through the climate system**, Cambridge University Press, 2022

Bibliografía Complementaria

Climate Reanalyzer, <https://climatereanalyzer.org>,

Masson-Delmotte, V., et al., **Climate Change 2021: The Physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change**, Cambridge University Press, 2021

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Paleoclimatology,

<https://www.noaa.gov/products/paleoclimatology>,

Paleo-CO2, <https://www.paleo-co2.org>,

Past Global Changes (PAGES), <https://pastglobalchanges.org>,

RealClimate, <https://www.realclimate.org>,

Snowball Earth, <http://www.snowballearth.org>,

United States Geological Survey (USGS), Paleoclimate,

<https://www.usgs.gov/science/science-explorer/climate/paleoclimate>,

Recomendacións

Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Deseño e Realización de Campañas Oceanográficas/V10M153V01301

Oceanografía Biolóxica/V10M153V01CF103

Oceanografía Física/V10M153V01CF101

Oceanografía Xeolóxica/V10M153V01CF104

Oceanografía Química/V10M153V01CF102

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Oceanografía Xeolóxica/V10M153V01CF104

Procesos Xeolóxicos en Márxenes e Concas Oceánicas/V10M153V01104

Outros comentarios

O alumno que o desexe poderá acudir a titorías personalizadas para resolver dúbidas. Para optimizar o tempo, é necesario que o alumno contacte co profesor con antelación suficiente. Requírese do alumnado que curse esta materia unha conduta responsable e honesta. Considérase inadmisíbel calquera forma de fraude (i.e. copia e/ou plaxio) encamiñado a falsear o nivel de coñecemento ou destreza alcanzado por un/a alumno/a en calquera tipo de proba, informe ou traballo deseñado con este propósito. As condutas fraudulentas poderán supoñer suspender a materia durante un curso completo. Levarase un rexistro interno destas actuacións para, en caso de reincidencia, solicitar a apertura ao reitorado dun expediente disciplinario.