

<b>Nombre del curso</b>	<b>Ciencias Ambientales desde la Perspectiva Interdisciplinaria (DC1 1212)</b>
<b>Descripción del curso</b>	<p>Este curso entrega las perspectivas generales del ambiente, sus componentes e interacciones, tanto con el componente humano y sus actividades, desde una perspectiva multidisciplinaria.</p> <p><i>Competencias genéricas y específicas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplea de manera correcta y pertinente un lenguaje técnico, de forma oral y escrita, para un adecuado desenvolvimiento profesional.</li> <li>• Manejo de herramientas efectivas en la búsqueda, actualización y gestión de los conocimientos a través de un aprendizaje autorregulado constante, con el objetivo de mejorar las habilidades profesionales desempeñadas en el ámbito laboral.</li> <li>• Se integra y colabora en equipos de trabajo, manejando las distintas adversidades de ambientes complejos con el fin de conseguir objetivos comunes en los distintos ámbitos de intervención interdisciplinaria.</li> <li>• Demuestra conocimientos actualizados y avanzados en el ámbito de las ciencias ambientales desde una mirada interdisciplinaria, situándose en altos niveles de especialización disciplinaria.</li> <li>• Formula problemas y proyectos de investigación en el ámbito de las Ciencias Ambientales, aplicando herramientas metodológicas biológicas y tecnológicas.</li> <li>• Resuelve problemas y desarrolla instrumentos integrando los resultados de la investigación y los conocimientos disciplinares, aportando a la gestión y manejo de las ciencias ambientales.</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	El objetivo de este curso es formar a los/las estudiantes en las bases de una mirada interdisciplinaria de las ciencias ambientales, basándose en un conocimiento integrado de los diferentes visiones hacia el estudio del medio ambiente.
<b>Contenidos</b>	<p><i>Módulo 1. Método científico y herramientas del investigador.</i></p> <p>En este módulo el estudiante recibe las bases para el entendimiento del uso del método científico para el desarrollo de investigación. Así también, se le entrega conocimiento acerca de los distintos mecanismos usados para la difusión de resultados emanados de la investigación, tanto a la comunidad científica como público general. Se describen los contenidos básicos para la construcción de un artículo científico, y de otros manuscritos como revisiones bibliográficas y notas científicas. Se provee de herramientas básicas para la búsqueda de material científico <i>online</i>, como también el uso de software Endnote para la administración de bibliografía y asistencia en escritura de artículos científicos. Se pretende que, en esta etapa del curso, el estudiante comience a elaborar una revisión bibliográfica, que contemple aspectos interdisciplinarios del desarrollo de las ciencias ambientales en su ámbito de interés y/o</p>

asociado a su potencial proyecto de doctorado. Esta revisión deberá ser de un mínimo de 5000 palabras (considerando referencias) y estar escrita en idioma inglés. El módulo contempla la constante discusión de artículos científicos publicados que aborden temáticas ambientales interdisciplinarios, con el propósito de entrenar al alumno en la elaboración de artículos científicos, como también para su preparación como futuros “peer-reviewers”. El módulo se divide en: (1) Aspectos generales del desarrollo de la ciencia a través del método científico. (2) Mecanismos de difusión de la ciencia (i.e. artículos científicos, libros, congresos). (3) Componentes estructurales de un artículo científico. (4) Bases de datos para búsqueda de bibliografía científica. (5) Administración de información bibliográfica para escritura científica (Endnote). (6) Comienzo de elaboración de revisión bibliográfica. (7) Ser “peer-reviewer”.

#### *Módulo 2. Dinámica biológica global.*

Introducción al origen de la vida y principios de la biósfera. Teoría GAIA, sustento Geológico de la evolución y rol de la biosfera en la formación de la química atmosférica. Concepto de retroalimentación positiva y negativa. Los gigantes que inspiraron e inspiran una visión holística o ecológica de la interrelación entre la litosfera, hidrosfera, geosfera, atmósfera y la biosfera (James Hutton, Vladimir Vernadsky, James Lovelock, Lynn Margulis, Svante Arrhenius). Un planeta microbiano y los principales procesos que generan y transforman la materia orgánica y los nutrientes esenciales para la vida y desde la perspectiva de la evolución, así como también, el estudio del reciclaje de materia orgánica con énfasis en procesos de respiración aeróbicos y anaeróbicos, su efecto a distintas escalas, ciclos del carbono, nitrógeno y azufre. Ejemplos de interregulación e impacto antropogénico. El módulo se divide en: (1) Rol de la Fotosíntesis, su evolución en el planeta y su regulación. (2) Los nutrientes y la proporción Redfield en el océano. (3) Bomba Biológica y la regulación de Carbono y Oxígeno. (4) Hipótesis CLAW y nuevas revisiones al reciclaje de DMS. (5) Regulación por Hierro y ejemplos de fertilización. Hipótesis del Hierro (John Martin). (6) Procesos principales de cada ciclo biogeoquímico, el enriquecimiento de nitrógeno en ecosistema terrestre y acuático, alteración de balances fijación versus desnitrificación. Cambios interglaciares vinculados con el ciclo del nitrógeno. Fundamento de estudios con isótopos. Dióxidos de azufre, principales fuentes y transformaciones. Efectos controversiales de retroalimentación atmosférica.

*Módulo 3. Paisaje, Tiempo y Espacio bajo el enfoque de las Geociencias.*

Aborda contenidos referentes a ampliar el conocimiento de conceptos y mecanismos relacionados con la historia geológica global y del país. Se discute en base a los paradigmas actuales de las Ciencias Ambientales (i.e. Cambio Climático, Servicios Ecosistémicos, Antropoceno) el cómo, cuándo y porqué habrían ocurrido variaciones en un paisaje determinado utilizando un enfoque espacio-temporal amplio, y el cual permita ser puesto a prueba (i.e. Modelo teórico). En general, el desarrollo y evaluación del módulo se basa en el análisis y discusión por parte de los alumnos de las implicancias geoambientales que se desprenden de trabajos y publicaciones relacionadas con las Geociencias o Ciencias de la Tierra. Se espera la (auto) construcción de percepciones y representaciones propias por parte del alumno en el contexto de crear y transmitir un discurso coherente y crítico en relación a temas relacionados con las Geociencias. El módulo se divide en: (1) Introducción a las Geociencias: Conceptos generales y paradigmas singulares; Geosistemas, Ecosistemas y Paisaje como posibles unidades de estudio. (2) Métodos de datación y tiempo geológico: de lo relativo y a lo absoluto; Introducción a la Geología de Chile. (3) Geología regional y Orogénesis Andina. (4) Neotectónica y Cuaternario.

*Módulo 4: Cambio climático.*

En este módulo se describen las causas, los efectos del cambio climático, sus consecuencias globales y regionales, los procesos ecológicos comprometidos en los diferentes ecosistemas y los principales estresores derivados de los cambios que se han producido luego de la era pre y post industrial, a la cual se adjudican los principales aumentos en la Radiación ultravioleta y sus consecuencias en los organismos, producto de la ruptura de la capa de ozono, así como también el aumento en la acidificación del océano y sus consecuencias en el ambiente marino, producto del exceso del CO<sub>2</sub> atmosférico que se incorpora al océano por vía de difusión. El aumento de la temperatura, en el ambiente y en el océano, el cual ha resultado, producto del aumento de los gases invernadero que se encargan de atrapar la radiación infrarroja sin devolverla a la atmósfera, impidiendo que el sistema atmosférico controle sus propios cambios de temperatura. Este estresor ambiental que provoca la limitación en la distribución de las especies, tanto en la tierra como en el océano resulta muy interesante porque es capaz de modelar ecosistemas, por lo que resulta importante dar un énfasis a este causante de regresiones de algunas especies y así lograr comprender el ecosistema con una mirada holística, así como también el estudio de la

interacción de estos factores de estrés como una nueva aproximación a los estudios de campo y de laboratorio que ayudan a explicar los procesos que están ocurriendo en respuesta a estos factores por parte de los organismos vivos. El módulo se divide en: (1) Causas del Cambio Climático (2) Principales efectos ambientales del cambio climático como la temperatura, radiación y acidificación del océano. (3) Cambio Climático desde una mirada interdisciplinar. (4) Economía Azul.

*Módulo 5: Análisis espacial en procesos ambientales.*

Se enfocará en el uso de herramientas de teledetección para el estudio de procesos ambientales de diferente naturaleza. Se pondrá énfasis en las ventajas y desventajas de las diferentes herramientas, incluyendo una descripción de los sensores y su aplicación para el estudio de variables ambientales en ambientes terrestres y oceánicos. Se hará una comparación de las escalas temporales y espaciales que son posibles de abordar y su relación con los procesos naturales que pueden ser estudiados. El módulo se desarrolla principalmente en exposiciones iniciales de los profesores, seguidas por la discusión y análisis de casos por parte de los estudiantes. El módulo se divide en: (1) Fundamentos de teledetección y fuentes de información. (2) Aplicación de teledetección al estudio de sistemas terrestres (nieve). (3) Teledetección aplicada a procesos oceanográficos.

*Módulo 6: Ecotoxicología y biotecnología ambiental.*

Se profundiza en los efectos de contaminantes y otros estresores ambientales sobre los organismos vivos, a distintos niveles de organización biológica, desde estructura comunitaria y poblacional hasta efectos a nivel celular y metabólico. Se describe el uso de especies como organismos bioindicadores o señales fisiológicas y metabólicas para el desarrollo de biomarcadores; todos ellos herramientas de biotecnología para el diagnóstico del estatus ambiental. En el laboratorio, se desarrollarán prácticos para evaluar los alcances del estrés biológico, principalmente a nivel bioquímico y molecular. De estos prácticos, el alumno (a) deberá desarrollar un informe consolidado con las experiencias. El módulo se desarrolla principalmente en la discusión y defensa por parte de los alumnos de distintos ejemplos de investigaciones en el área de la Ecotoxicología y biotecnología ambiental. El módulo se dividirá en los siguientes tópicos: (1) Fundamentos de la Ecotoxicología. (2) Estrés Biológico (desde la ecología a lo molecular). (3) Biomonitorio ambiental. (4) Laboratorio de toxicología ambiental (práctico de laboratorio).

	<i>Módulo 7: Revisión bibliográfica.</i>
<b>Modalidad de evaluación</b>	<p>La evaluación constará de tres exposiciones orales de artículos en las temáticas requeridas por los profesores de los módulos descritos (50%) y la preparación de una revisión bibliográfica (50%).</p> <p>Todas las actividades se realizarán de manera individual. Se aprobará con una nota mínima de 5,0, con una escala de 1,0 a 7,0.</p>
<b>Bibliografía</b>	<p><b>Básica:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jaksic, F., Marone, L. (2007). Ecología de comunidades. 2da Edición, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 336 pp.</li> <li>2. Medel, R., Aizen, M., Zamora, R. (2009). Ecología y evolución de interacciones planta-animal. 1ra Edición, Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 399 pp.</li> </ol> <p><b>Recomendada:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Araújo, C.V.M., Shinn, C.E. Eds. (2017). Ecotoxicology in Latin America. Nova Publishers, New York, 605 pp.</li> <li>2. Azam, F., Malfatti, F. (2007). Microbial structuring of marine ecosystems. Nat Rev Micro 5(10): 782-791. DOI: 10.1038/nrmicro1747</li> <li>3. Benner, R., Amon, R.M.W. (2015). The Size-Reactivity Continuum of Major Bioelements in the Ocean. Annual Review of Marine Science 7(1): 185-205. DOI: 10.1146/annurev-marine-010213-135126</li> <li>4. Blankenship, R. E. (2010). Early Evolution of Photosynthesis. Plant Physiology 154(2): 434-438. DOI: <a href="https://doi.org/10.1104/pp.110.161687">https://doi.org/10.1104/pp.110.161687</a></li> <li>5. Bowles, M. W., Mogollón, J.M., Kasten, S., Zabel, M., Hinrichs, K.-U. (2014). Global rates of marine sulfate reduction and implications for sub-sea-floor metabolic activities. Science 344(6186): 889. DOI: 10.1126/science.1249213</li> <li>6. Brodie, J., Williamson, C., Smale, D.A., Kamenos, N.A., Mieszkowska, N., Santos, R., Cunliffe, M., et al. (2014). The future of the northeast Atlantic benthic flora in a high CO2 world. Ecol Evol 4(13): 2787-2798. DOI: 10.1002/ece3.1105</li> </ol>

7. Celis-Plá, P.S.M., Bouzon, Z.L., Hall-Spencer, J.M., Schmidt, E.C., Korbee, N., Figueroa, F.L. (2016). Seasonal changes in photoprotectors and antioxidant capacity of the fucoid macroalga *Cystoseira tamariscifolia*. *Marine Environmental Research* 115: 89-97. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.11.014>
8. Celis-Plá P.S.M., Martínez B., Korbee N., Hall-Spencer J.M., Figueroa F.L. (2017a) Ecophysiological responses to elevated CO<sub>2</sub> and temperature in *Cystoseira tamariscifolia* (Phaeophyceae). *Climatic Change* 142: 67-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-017-1943-y>
9. Celis-Plá, P.S.M., Martínez, B., Korbee, N., Hall-Spencer, J.M., Figueroa, F.L. (2017b). Photoprotective responses in a brown macroalgae *Cystoseira tamariscifolia* to increases in CO<sub>2</sub> and temperature. *Marine Environmental Research*, 130: 157-165. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.07.015>
10. Danovaro, R., Umani, S.F., Pusceddu, A. (2009). Climate change and the potential spreading of marine mucilage and microbial pathogens in the Mediterranean Sea. *PLoS One* 4(9): e7006. DOI: [10.1371/journal.pone.0007006](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007006).
11. Dorrell, R.G., Howe, C.J. (2012). What makes a chloroplast? Reconstructing the establishment of photosynthetic symbioses. *J Cell Sci* 125(Pt 8): 1865-1875. DOI: [10.1242/jcs.102285](https://doi.org/10.1242/jcs.102285)
12. Falkowski, P.G., Fenchel, T., Delong, E.F. (2008). The microbial engines that drive Earth's biogeochemical cycles. *Science* 320(5879): 1034-1039. DOI: [10.1126/science.1153213](https://doi.org/10.1126/science.1153213)
13. Ferreira, J.G., Andersen, J.H., Borja, A., Bricker, S.B., Camp, J., Cardoso da Silva, M., et al. (2011). Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive. *Estuar Coast Shelf S* 93, 117-131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2011.03.014>
14. Gao, K., Aruga, Y., Asada, K., Ishihara, T., Akano, T., Kiyohara, M. (1993). Calcification in the articulated coralline alga *Corallina pilulifera*, with special reference to the effect of elevated CO<sub>2</sub> concentration. *Mar Biol* 117:129-132. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00346434>

15. Gorham, E. (1991). Biogeochemistry: Its Origins and Development. *Biogeochemistry* 13(3): 199-239. DOI: <https://www.jstor.org/stable/1468561>
16. Green, T.K., Hatton, A. (2014). The Claw Hypothesis: A New Perspective on the Role of Biogenic Sulphur in the Regulation of Global Climate. *Oceanography and Marine Biology*, CRC Press 52: 315-336. DOI: <https://doi.org/10.1201/b17143-7>
17. Gruber, N., Galloway, J.N. (2008). An Earth-system perspective of the global nitrogen cycle. *Nature* 451(7176): 293-296. DOI: [10.1038/nature06592](https://doi.org/10.1038/nature06592)
18. Hall-Spencer, J.M., Rodolfo-Metalpa, R., Martin, S., Ransome, E., Fine, M., Turner, S.M., Rowley, S.J., Tedesco, D., Buia, M.C. (2008). Volcanic carbon dioxide vents show ecosystem effects of ocean acidification. *Nature* 454: 96-99. DOI: [10.1038/nature07051](https://doi.org/10.1038/nature07051)
19. Harley, C.D.G., Anderson, K.M., Demes, K.W., Jorve, J.P., Kordas, R.L., Coyle, T.A. (2012). Effects of climate change on global seaweed communities. *J Phycol* 48(5):1064-1078. DOI: [10.1111/j.1529-8817.2012.01224.x](https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2012.01224.x)
20. Harley, C.D.G., Randall, A.H., Hultgren, K.M., Miner, B.G., Sorte, C.J.B., Thornber, C.S., Rodríguez, L.F., Tomanek, L., Williams, S.L. (2006). The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecol Lett* 9:228-241. DOI: [10.1111/j.1461-0248.2005.00871.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00871.x)
21. IPCC (2014) Climate change 2014. The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Disponible en plataforma abierta, en (último acceso: enero 2020): [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)
22. Jickells, T.D., An, Z.S., Andersen, K.K., Baker, A.R., Bergametti, G., Brooks, N., Cao, J.J., et al. (2005). Global iron connections between desert dust, ocean biogeochemistry, and climate. *Science* 308(5718): 67-71. DOI: [10.1126/science.1105959](https://doi.org/10.1126/science.1105959)

23. Kavanaugh, M.T., Oliver, M.J., Chavez, F.P., Letelier, R.M., Muller-Karger, F.E., Doney, S.C. (2016). Seascapes as a new vernacular for pelagic ocean monitoring, management and conservation. *ICES Journal of Marine Science* 73(7): 1839-1850. DOI: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw086>
24. Libes, S. (2009). *Introduction to Marine Biogeochemistry*. Second Edition, Academic Press, USA, Elsevier Inc. 928 pp.
25. Lovelock, J. E. (1989). Geophysiology, the science of Gaia. *Reviews of Geophysics* 27(2): 215-222. DOI: <https://doi.org/10.1029/RG027i002p00215>
26. Martí, M.A. (2007). *Principios de ecotoxicología: diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente*. Editorial Tébar, S.L., Madrid. 320 pp.
27. Moenne, A., González, A., Sáez, C. A. (2016). Mechanisms of metal tolerance in marine macroalgae, with emphasis on copper tolerance In Chlorophyta and Rhodophyta. *Aquatic Toxicology*, 176: 30-37. DOI: 10.1016/j.aquatox.2016.04.015
28. Sáez, C.A., González, A., Contreras, R., Moody, J., Moenne, A., Brown, M.T. (2015). A novel field transplantation technique reveals intra-specific metal-induced oxidative responses in strains of *Ectocarpus siliculosus* with different pollution histories. *Environmental Pollution*, 199: 130-138.
29. Sáez, C.A., Lobos, M.G., Macaya, E., Oliva, D., Quiroz, W., Brown, M.T. (2012). Variation in patterns of metal accumulation in thallus parts of *Lessonia trabeculata* (Laminariales; Phaeophyceae): implications for biomonitoring. *PLoS ONE*, 7 (11) e50170.
30. Sáez, C.A., Pérez-Matus, A., Lobos, M.G., Oliva, D., Vásquez, J.A., Bravo, M. (2012). Environmental assessment in a shallow subtidal rocky habitat: Approach coupling chemical and ecological tools. *Chemistry and Ecology* 28, 1-15. DOI: 10.1080/02757540.2011.619529
31. Schmitz, J.S. (2007). *Ecology and Ecosystem Conservation*. Island Press, Washington, 184 pp.



32. Tagliabue, A., Bowie, A.R., Boyd, P.W., Buck, K.N., Johnson, K.S., Saito, M.A. (2017). The integral role of iron in ocean biogeochemistry. *Nature* 543(7643): 51-59. DOI: 10.1038/nature21058
33. Wasmund, K., Musmann, M., Loy, A. (2017). The life sulfuric: microbial ecology of sulfur cycling in marine sediments. *Environ Microbiol Rep* 9(4): 323-344. DOI: 10.1111/1758-2229.12538
34. Watanabe, S., Sudo, K., Nagashima, T., Takemura, T., Kawase, H., Nozawa, T. (2011). Future projections of surface UVB in a changing climate. *J Geophys Res* 116: 16118. DOI: 10.1029/2011JD015749
35. Yesson, C., Bush, L.E., Davies, A.J., Maggs, C.A., Brodie, J. (2015). Large brown seaweeds of the British Isles: evidence of changes in abundance over four decades. *Estuar Coast Shelf* 155: 167-175. DOI: 10.1016/j.ecss.2015.01.008.
36. Zaehle, S. (2013). Terrestrial nitrogen–carbon cycle interactions at the global scale. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*: 368(1621). DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0125>