

1 NOMBRE DE LA ASIGNATURA

Impacto humano y restauración en ecosistemas marinos: historia, filosofía y ciencias ambientales.

2 PROFESOR O PROFESORES QUE PARTICIPAN EN EL CURSO

Dra. Andrea Sáenz-Arroyo¹

3 AYUDANTE

No aplica

4 NÚMERO DE CRÉDITOS CON BASE AL REGLAMENTO GENERAL

4 horas por semana, 8 créditos, 64 horas = 16 semanas por semestre

5 OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

- Darle a conocer a los estudiantes las herramientas para plantear la restauración de los ambientes acuáticos con una visión histórica.
- Darle a conocer a los estudiantes una visión interdisciplinaria que incorpora el conocimiento de los bienes y servicios ambientales que la sociedad puede recibir de los ecosistemas restaurados.
- Proporcionarle a los estudiantes los métodos para evaluar si los proyectos de restauración funcionan para los objetivos que fueron planteados y las herramientas para irlos mejorando con el mejor espíritu de manejo adaptativo

6 DESCRIPCIÓN BREVE DEL CURSO (INDICAR SI ES NECESARIO QUE SE CUENTE CON ENTRENAMIENTO PREVIO)

Dado que *Homo sapiens* es una especie predominantemente terrestre, su capacidad de domar los ecosistemas marinos ha sido más limitada que en la tierra. Como resultado de este proceso más parsimonioso el día de hoy somos testigos de transformaciones en el medio marino cuyos paralelos terrestres sucedieron hace cientos o miles de años. Ejemplos de ello es la rápida merma de las poblaciones de los grandes vertebrados marinos en los últimos siglos y la repentina popularización de la acuicultura como una respuesta para sustituir la fuente de proteínas silvestre que demandamos los humanos del medio marino.

Esto no implica que *Homo sapiens* no haya dejado su huella permanente desde hace milenios en el mar. Por el contrario, desde sus expresiones culturales más primitivas este depredador inteligente y omnívoro ha dejado un rastro profundo en los mares del mundo, transformando la dinámica de sus ecosistemas. El curso pretende dejarles una visión a los estudiantes de la trayectoria del impacto de la cacería y la pesca en el mar y las posibilidades de restauración que tenemos de los ecosistemas marinos. Dado que el curso se imparte en

¹ Cualquier información adicional favor de contactarme a las direcciones electrónicas asaenz@cobi.org.mx y andrea.saenzarroyo@gmail.com

la Cd. De México el programa cuenta con charlas de especialistas en la histórica ecológica del Valle de México y visitas a museos guiadas, para ilustrar con uno de los ejemplos más ilustrativos la pérdida de servicios ambientales de un ecosistema acuático a lo largo de la historia de uso humano. Durante el curso los estudiantes explorarán la trayectoria de impacto en los ecosistemas marinos por las sociedades humanas, desde las sociedades de cazadores recolectores hasta la sociedad global [1, 2]. Abordaremos los problemas de manejo y conservación nacidos en el siglo XIX, los motivos, fortalezas y debilidades de los métodos científicos más populares y los ejercicios de restauración que se promueven a través del establecimiento de redes de reservas completamente protegidas. Se abordarán estos ejercicios como pruebas de hipótesis desde el punto de vista ecológico, social y económico y los estudiantes conocerán algunos métodos para corroborar o rechazar las hipótesis que estas herramientas plantean. Al final del curso, los estudiantes obtendrán las herramientas para plantear la restauración con una visión histórica, interdisciplinaria y tratando de incorporar todos los bienes y servicios ambientales que la sociedad puede recibir de los ecosistemas restaurados. Obtendrán adicionalmente los métodos para evaluar si los proyectos de restauración funcionan para los objetivos que fueron planteados y las herramientas para irlos mejorando con el mejor espíritu de manejo adaptativo.

Dado que las lecturas son fundamentalmente en Inglés, un 80% de dominio de este lenguaje es requerido.

7 TEMARIO DESGLOSADO (INCLUIR EN CADA TEMA EL NÚMERO DE SESIONES TEÓRICO-PRACTICO CORRESPONDIENTES)

7.1 Tema 1. El poder transformador de las civilizaciones humanas (8 horas y visita al Museo Nacional de Antropología e Historia²)

Las sociedades humanas, simples y complejas, han tenido un poder transformador de su entorno muy pocas veces adecuadamente evaluado. La historia de las sociedades humanas es en cada uno de sus capítulos de hecho una historia ecológica que ilustra la transformación del entorno para el desarrollo de las civilizaciones [3]. El estudio de las culturas prehispánicas en América y su impacto en el entorno que las rodea, presenta uno de los casos más fuertes y mejor documentados [4]. En este tema introductorio al curso, los estudiantes conocerán la documentación que se tiene hasta el momento de la dimensión de la transformación histórica ambiental de las sociedades antiguas [5]. Esta historia la utilizaremos como un marco conceptual para entender la trayectoria de impacto humano en los ecosistemas marinos. Utilizaremos el caso del valle de México, como un caso de un ecosistema que los estudiantes se encuentran familiarizados, profundamente transformado y del cual se encuentra evidencia muy bien documentada sobre su impacto y sus consecuencias ambientales [6].

² El espíritu de esta visita es empapar a los estudiantes de la historia ambiental de uno de los ambientes mas transformados del planeta: el valle de México. Servirá para contextualizar la relevancia de la historia ambiental como una herramienta versátil para entender la dinámica de los ecosistemas. Los ecólogos marinos pocas veces incluimos en nuestras investigaciones las transformaciones históricas. La exposición permanente en el museo de antropología sobre la historia de las comunidades humanas en el valle de México, es una oportunidad para entender cuan lejos debemos ir con la historia para entender la dinámica de estas transformaciones

7.1 Tema 2: Conciliando visiones filosóficas sobre el estudio del impacto humano en los ecosistemas marinos y sus consecuencias para la sociedad global.

Hasta finales del siglo XIX, los científicos pensaban que la fecundidad de los peces e invertebrados marinos los hacía prácticamente inmunes a las actividades pesqueras [7]. El rápido desarrollo de la tecnología pesquera, no obstante, comenzó a preocupar a los científicos sobre el “problema de la sobrepesca”. En el ánimo de aconsejar apropiadamente a la industria pesquera y tomando como oportunidad el cese de la actividad pesquera durante cinco años en el Mar del Norte como consecuencia de la II Guerra Mundial, los científicos tuvieron la oportunidad de estudiar los atributos inherentes a las poblaciones como crecimiento, mortalidad natural y reclutamiento. Esto les permitió dar origen a los modelos pesquero utilizados hasta hoy en día para manejar las pesquerías [8]. Más de cincuenta años después de la gestación de estos modelos, se sabe que la pesca tiene muchos más efectos en el ecosistema y que la sociedad recibe mucho más beneficios que la simple cosecha de mariscos. Durante este tema, los estudiantes conocerán los orígenes de la ciencia pesquera, sus problemas relacionados a la comprensión histórica de los impactos [9, 10] y las propuesta para construir una ciencia más amplia que le ilustre a la sociedad sobre los impactos ecológicos de las actividades humanas en el océano, y los costos y los beneficios de utilizar los ecosistemas marinos en diferentes formas [11, 12]. Los estudiantes conocerán paralelamente los fundamentos de la “ecología humana”, como una disciplina capaz de integrar las complejas, profundas y variadas demandas de *H. sapiens* al sistema ecológico marino [13].

7.2 Tema 3. Historia del impacto humano en los ecosistemas marinos: cazadores recolectores y sociedades agrícolas (8 horas y 3 días de visita al fondo reservado con tema 7.4)

Por mucho tiempo se considero que loa cazadores recolectores eran incapaces de transformar su entorno natural [14]. Dados los retos que implican su estudio en el medio marino la evidencia de las transformaciones históricas por el ser humano a los ecosistemas han sido aun más difíciles de identificar que en el medio terrestre. Sin embargo una colección de estudios arqueológicos y paleontológicos nos puede ilustrar que en un ambiente de amplias variaciones climáticas, las sociedades humanas fueron capaces en su conjunto de transformar sus entornos al extirpar organismos vulnerables y claves del ecosistema [1, 15-24]. En el caso de la costa de Alaska, por ejemplo, estudios arqueológicos han permitido concluir que la sobreexplotación de la nutria *Enhydra lutris* por los indios Aleluticos provoco cambios en la estructura del ecosistema desde tiempos prehistóricos [25]. La comparación de los sitios arqueológicos desde hace 2500 años, permite observar que los indios cambiaron de una dieta rica en nutrias, focas y pescado en el pasado distante a erizos y lapas marinas en periodos más recientes. Al comparar las comunidades modernas con y sin nutrias marinas, los investigadores pudieron inferir que la extirpación de estos mamíferos llevó a un incremento y dominación de sus presas, el erizo morado *Strongylocentrotus polyacanthus* [25]. En la ausencia de su predador este erizo, que se alimenta de las raíces del sargazo gigante ocasionó una deforestación de estos bosques subacuáticos transformándolo profundamente [26, 27]. Durante esta sesión los estudiantes conocerán ejemplos del impacto de las sociedades antiguas en su entorno marino. Durante su visita al fondo reservado, los estudiantes buscarán la información descrita sobre alguna especie de la cual tengamos noción se haya explotado históricamente.

7.3 Tema 4. Historia del impacto en los ecosistemas marinos: pesca globalizada y tecnología moderna. (8 horas y 3 días de visita al fondo reservado con tema 7.3)

El tránsito de la pesca para fines alimenticios a la pesca para fines de comercio generó una presión sobre un mayor número de especies marinas. Investigación histórica reciente, demuestra como la pesca para fines comerciales tuvo un impacto sin precedente en los ecosistemas del mundo [28]. Un ejemplo de esto es la pesquería de ostras perleras en el Golfo de California [29]. Los bancos de ostras perleras fueron descritos por los viajeros españoles del siglo XVII, como estructuras largas de hasta 6 kilómetros de longitud y de una profundidad entre la superficie y los 20 metros [30]. La historia de esta pesquería comprende una secuencia de más de cuatro siglos de prosperidad y colapsos de los bancos pesqueros costeros a los que tenían acceso los buzos a pulmón. Estas secuencias estaban separadas por periodos entre 30 y 50 años que permitía la recuperación de los bancos someros gracias a la presencia de poblaciones profundas. El colapso final de esta pesquería se dio medio siglo después de que fuera introducida la escafandra, y los buzos tuvieron acceso a los últimos refugios de este molusco. A mediados del siglo 20, los bancos se encontraban tan mermados que una variación ambiental condujo a la extinción ecológica de esta especie, a tal grado que su recuperación parece imposible a menos de que se hagan esfuerzos de restauración de estos arrecifes. Durante esta sesión, los estudiantes seguirán explorando la vulnerabilidad de las especies marina en función de su historia de vida [31] y conocerán diversos ejemplos globales de cómo se expandió la presión a diversos grupos funcionales a partir del desarrollo tecnológico y la creación de algún mercado [1, 28, 32-40].

7.4 Tema 5. El desmantelamiento de la estructura y complejidad del ecosistema (8 horas)

Por mucho tiempo se pensó que la pesca solo removía especies del ecosistema, sin ningún efecto adicional que limitar la disponibilidad de ciertos mariscos. Investigaciones recientes, sin embargo, han elucidado que la simple remoción de una especie clave puede desmantelar por completo algunos ecosistemas transformándolos de sistemas altamente diversos y complejos en sistemas pobres en especies y relaciones ecológicas [1, 41-47]. Uno de los ejemplos más bien documentados es el del bosque de sargazo gigante, cuyo patrón se estudió en la sección 2 de este programa; el desmantelamiento de los arrecifes de coral y la eutroficación de numerosos esteros del mundo son otros buenos ejemplos [2, 48-51]. El concepto de funciones y servicios del ecosistema ayuda a entender estos impactos [52-54]. A lo largo de este tema, los estudiantes conocerán los ejemplos que ha documentado la literatura sobre el desmantelamiento de los ecosistemas como producto de la pesca.

7.5 Tema 6. Contaminación y cambio climático global: modificando la química que sostiene la vida en los océanos (8 horas)

Es ampliamente conocido desde mediados de los 1980s, que el Océano Pacífico está expuesto a variaciones temporales de regímenes de temperatura [55]. Las variaciones ambientales periódicas tienen efectos remarcables en el tamaño de las poblaciones, favoreciendo el florecimiento de algunas especies en condiciones frías y de otras en condiciones cálidas [55]. En particular las poblaciones de abulón de Baja California y California han sufrido fuertes embestidas por las corrientes cálidas del niño (El Niño Southern Oscillation) [56], que se sumaron a la pesca descontrolada de este recurso y llevaron al colapso numerosas poblaciones en ambos países [26].

A este factor de stress “natural”, que se ha ido intensificando en los últimos años, se le suma un nuevo factor: la acidificación de los océanos por efecto del aumento del CO₂ atmosférico [57]. Los efectos del incremento en el CO₂ atmosférico han sido entendidos

solos recientemente y su efecto devastador es bien ilustrado en los arrecifes de coral [58]. Por mucho tiempo se pensó que las zonas bajas en oxígeno estaban asociadas exclusivamente a áreas en las que se descargaban aguas con alto contenido de nitrógeno y otros derivados de los fertilizantes [59]. Sin embargo en el 2004 se reportó en el estado de Oregón de los EU el primer evento de una zona hipóxica asociada a las regiones de surgencia (en la Corriente de California [60]. El evento ha sido confirmado en diferentes regiones del Pacífico Norteamericano, trayendo consecuencias nefastas para algunas pesquerías. Los niveles de oxígeno han bajado tanto en las zonas costera que presentan registros que solo se habían reportado en las zonas abisales [61]. Estos eventos han sido asociados a la creciente acidez en los océanos, resultado del aumento del CO₂ atmosférico. En este tema, los estudiantes conocerán las hipótesis resientes sobre como los cambios en los gases atmosféricos está transformando las comunidades marinas del mundo.

7.6 Tema 7. Degradación ambiental y pobreza: una tragedia global en la que todos pierden (8 horas)

La conectividad que existe en los océanos provoca que cualquier impacto local tenga repercusiones globales y viceversa. Al permitir que las sociedades rurales, con pocos medios para cortar su dependencia hacia el consumo de los recursos naturales, degraden el capital natural, la sociedad global pierde enormes potenciales económicos [62]. Entre estos beneficios destacan el potencial para la regulación climática, los valores culturales y los valores de existencia asociados a la diversidad marina. Desde una óptica global, las sociedades planetarias están inmersas en lo que en economía se llama el Equilibrio Nash de la No-Cooperación [63]. En este “equilibrio”, a pesar de que cada uno de los agentes pierde más de lo que podría ganar si cooperara, las instituciones que prevalecen no lo incentivan a cooperar. La mayor parte de los problemas ambientales pueden explicarse utilizando este marco teórico que se popularizó con la publicación del famoso artículo “La Tragedia de los Comunes” [64]. El premio Nobel de Economía del 2009, Elionor Ostrom, ha retado esta noción de “tragedia” inevitable, explicando cuales son las condiciones en las cuales las sociedades, locales, regionales y globales pueden cooperar para el bien común [65, 66]. En este tema, los estudiantes aprenderán a ver el problema de la degradación ambiental desde el punto de vista económico y conocerán las diferentes alternativas que han propuesto los estudiosos para resolver esta “tragedia” [67].

7.7 Tema 8. Redes de reservas completamente protegidas: testigos, seguros y bibliotecas (8 horas)

El colapso de la mayor parte de las pesquerías del mundo ha generado un llamado por parte de la comunidad académica global a cambiar la perspectiva de manejo pesquero con enfoque de especies, por un manejo que incluya la preservación de los atributos del ecosistema como objetivo fundamental [68]. Las redes de reservas marinas completamente protegidas se han convertido en la herramienta más versátil para probar esta idea en la práctica [69]. Aunque existen aún pocos ejemplos que documenten el éxito o el fracaso de esta estrategia, las redes de reservas han demostrado que contribuyen a la recuperación de especies mermadas por la pesca dentro de la reservas [70-76], incrementan las capturas en las áreas adyacentes e incluso aumentan la captura por unidad de esfuerzo [77-81] y dan marcha atrás a las explosiones de especies que se benefician de la pesca como el erizo [75, 76, 82]. En la última parte del curso los estudiantes conocerán estos ejemplos y los métodos para medir el efecto de las redes de reservas desde diferentes puntos de vista (social, ecológico y económico).

8 EVALUACIONES (NÚMERO, CARACTERÍSTICAS Y FECHAS DE EVALUACIONES DE LOS ALUMNOS)

Se impartirá un seminario de dos horas dos veces a la semana durante 16 semanas. Durante las últimas dos semanas los estudiantes presentarán un seminario. Cada estudiante escogerá un tema de historia ecológica que será evaluado y representará el 75% de su calificación. Los estudiantes presentarán su tema de ensayo y recibirán la retroalimentación de su profesora y sus compañeros. El ensayo debe seguir las guías editoriales de alguna revista científica o de divulgación. Durante la presentación, los estudiantes hablarán del medio impreso que escogieron para seguir las guías editoriales y cuáles fueron las razones de esta decisión. Los estudiantes contarán con tiempo para incorporar la retroalimentación recibida en su presentación. Aunque no se pretende que los estudiantes lean toda la literatura usada para esta clase, cada tema tendrá como referencia los artículos que se mencionaron en este programa y novedades que aparezcan durante el transcurso del curso. El 25% restante de la calificación se hará en torno a un debate de un grupo que se abrirá en internet. El tema del debate girará en torno a uno de los temas del curso y se calificará la profundidad, redacción y fundamentación que los estudiantes hagan en torno al tema de debate.

9 HORARIO SEMANAL TENTATIVO (DÍA Y HORA)

Se propone el horario de Lunes y Miércoles de 4 a 6 de la tarde o los mismos días.

10 NÚMERO MÁXIMO DE ESTUDIANTES

No hay un número máximo de estudiantes, pero el curso solo se impartirá de lograr un número mínimo de 4 estudiantes.

11 REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS

1. Jackson, J.B.C., et al., *Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems*. Science, 2001. **293**: p. 629 - 637.
2. Lotze, H.K., et al., *Depletion, Degradation, and Recovery Potential of Estuaries and Coastal Seas*. Science, 2006. **312**(5781): p. 1806-1809.
3. Fernández-Armesto, F., *Civilizations. Cululture, Ambition and the Transformation of Nature*. 2000, New York: Touchstone. 545 pp.
4. Mann, C.C., *1491. Una Nueva Historia de las Américas antes de Colón*. 2006, Madrid: Taurus. 1491 pp.
5. Diamond, J., *Collapse. How societies choose to fail or survive*. 2005, London: Allen Lane. 575.
6. Ezcurra, E., *De las Chinampas a la Megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México*. La Ciencia para Todos. 1990, Mexico City: Fondo de Cultura Económica. 120 pp.
7. Roberts, C.M., *Ecological Advice for the Global Fisheries Crisis*. Trends in Ecology & Evolution, 1997. **12**(1): p. 35-38.
8. Beverton, R.J.H. and S.J. Holt, *On the Dynamics of Exploited Fish Populations*. Fish and Fisheries, ed. T. Pitcher. Vol. 11. 1957 (1993), London: Chapman & Hall. 533 pp.
9. Pauly, D., *Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries*. Trends in Ecology & Evolution, 1995. **10**(10): p. 430.

10. Sáenz-Arroyo, A., et al., *Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California*. Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, 2005. **272**: p. 1957 - 1962.
11. Pitcher, T.J., *Fisberies Managed to Rebuild Ecosystems? Reconstructing the Past to Salvage the Future*. Ecological Applications, 2001. **11**(2): p. 601 -607.
12. Popper, K., *Science as Falsification, in Conjectures and Refutations*. 1963, Routledge and Keagan Paul. p. 33 - 39.
13. Sears, P.B., *Human Ecology: a Problem in Synthesis*. Science, 1954. **120**: p. 959-963.
14. Barnosky, A.D., et al., *Assessing the Causes of Late Pleistocene Extinctions on the Continents*. Science, 2004. **306**(5693): p. 70-75.
15. Casey, J.M. and R.A. Myers, *Near extinction of a widely distributed fish*. Science, 1998. **281**: p. 690 - 692.
16. Casteel, R.W., *Fish Remains in Archaeology and Paleo-environmental Studies*. Studies in Archaeological Science, ed. G.W. Dimbleby. 1976: Academic Press. 180 pp.
17. Fujita, H., *Recolección de moluscos entre los indígenas de Baja California: análisis etnohistórico y arqueológico. Tesis de Licenciatura.*, in *Escuela Nacional de Antropología e Historia*. 1985, Instituto Nacional de Antropología e Historia. p. 423.
18. Fujita, H., J.F. Porcasi, and G.P.d.l.l. Paz, *Explotación intensiva de delfines en las Tinas Número 3, Baja California Sur*. Arqueología, 2002: p. 3 - 20.
19. Jones, T.L., *Marine-Resource Value and the Priority of Coastal Settlement: A California Perspective*. American Antiquity, 1991. **56**(3): p. 419-443.
20. Jones, T.L., *Reasserting a Prehistoric Tragedy of the Commons: Reply to Lyman*. Journal of Anthropological Archaeology, 1995. **14**: p. 78-98.
21. Porcasi, J.F., T.L. Jones, and L.M. Raab, *Trans - Holocene Marine Mammal Exploitation on Clemente Island, California: a Tragedy of the Commons Revisited*. Journal of Anthropological Archaeology, 2000. **19**: p. 200-220.
22. Porcasi, J.P. and H. Fujita, *The dolphin hunters: a specialized prehistoric maritime adaptation in the southern California Channel Islands and Baja California*. American Antiquity, 2000. **65**(3): p. 543 - 566.
23. Reitz, E.J., *"Fishing down the food web": A case study from St. Augustine, Florida, USA*. American Antiquity, 2004. **69**(1): p. 63-83.
24. Wing, S.R. and E.S. Wing, *Prehistoric fisheries in the Caribbean*. Coral Reefs, 2001. **20**: p. 1-8.
25. Simenstad, C.A., J.A. Estes, and K.W. Kenyon, *Aleuts, sea otters and alternate stable-state communities*. Science, 1978. **200**: p. 403 - 411.
26. Dayton, P.K., et al., *Sliding baseline, ghosts and reduced expectation in kelp forest communities*. Ecological Application, 1998. **8**(2): p. 309 -322.
27. Dayton, P.K., et al., *Environmental effects of marine fishing*. Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems, 1995. **5**: p. 205 - 232.
28. Roberts, C., *The Unnatural History of the Sea*. 2007, Washington: Shearwater Books. 435 pp.

29. Saenz-Arroyo, A., et al., *The value of evidence about past abundance: marine fauna of the Gulf of California through the eyes of 16th to 19th century travellers*. Fish and Fisheries, 2006. **7**(2): p. 128-146.
30. de-Ortega, F., *Primera, Segunda y Tercera Descripción y Demarcación de las Islas Californias.*, in *California II. Documentos para la Historia de la Demarcación Comercial de la California 1611 - 1670.*, W.M. Mathes, Editor. 1636 (1970), Ediciones José Porrúa Turanzas: Madrid. p. 402 - 486.
31. Jennings, S. and J.D. Reynolds, *Life history correlates of responses to fisheries exploitation*. Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, 1998. **B 265**: p. 2229-2237.
32. Baum, J.K., et al., *Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic*. Science, 2003. **299**: p. 389 - 392.
33. Berkes, F., et al., *Ecology - Globalization, roving bandits, and marine resources*. Science, 2006. **311**(5767): p. 1557-1558.
34. Diamond, J., *Guns, Germs and Steel. A short history of everybody for the last 13000 years*. 1997, London: Jonathan Cape.
35. Gerhard, P., *Pearl Diving in Lower California (1533 -1830)*. Pacific Historical Review, 1956. **25**: p. 239 -249.
36. Sáenz-Arroyo, A., et al., *Fishers' anecdotes, naturalists' observations and grey reports to reassess marine species at risk: the case of the Gulf grouper in Gulf of California, México*. Fish and Fisheries, 2005. **6**: p. 121 - 133.
37. Wolff, W.J., *The South - eastern North Sea Losses of Vertebrate Fauna During the Past 2000 years*. Biological Conservation, 2000. **95**: p. 209 -217.
38. Dulvy, N.K., et al., *Fishery stability, local extinctions and shifts in community structure in skates*. Conservation Biology, 2000. **14**(1): p. 283 -293.
39. Dulvy, N.K., Y. Sadovy, and J.D. Reynolds, *Extinction vulnerability in marine populations*. Fish and Fisheries, 2003. **4**(1): p. 25-64.
40. Tegner, M.J., L.V. Basch, and P.K. Dayton, *Near extinction of an exploited marine invertebrate*. Trends in Ecology & Evolution, 1996. **11**(7): p. 278 - 280.
41. Bascompte, J., C.J. Melian, and E. Sala, *Interaction strength combinations and the overfishing of a marine food web*. PNAS, 2005. **102**(15): p. 5443-5447.
42. Coleman, F. and S.L. Williams., *Overexploiting marine ecosystem engineers: potential consequences for biodiversity*. Trends in Ecology & Evolution, 2002. **17**(1): p. 40 -49.
43. Hughes, T.P., *Catastrophes, Phase Shifts, and Large-Scale Degradation of a Caribbean Coral Reef*. Science, 1994. **265**: p. 1547--1551.
44. Kaiser, M.J., *Significance of Bottom-Fishing Disturbance*. Conservation Biology, 1998. **12**(6): p. 1230-1235.
45. Lotze, H.K., *Radical changes in the Wadden Sea fauna and flora over the last 2,000 years*. Helgoland Marine Research, 2005. **59**(1): p. 71-83.
46. Sala, E. and M.H. Graham, *Community-wide distribution of predator-prey interaction strength in kelp forests*. PNAS, 2002. **99**(6): p. 3678-3683.
47. Pauly, D., et al., *Fishing down marine food webs*. Science, 1998. **279**: p. 860-863.

48. Lotze, H.K., et al., *Human transformations of the Wadden Sea ecosystem through time: a synthesis*. Helgoland Marine Research, 2005. **59**(1): p. 84-95.
49. McCLENACHAN, L., *Documenting Loss of Large Trophy Fish from the Florida Keys with Historical Photographs*. Conservation Biology, 2009. **9999**(9999).
50. McClenachan, L. and A.B. Cooper, *Extinction rate, historical population structure and ecological role of the Caribbean monk seal*. Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences, 2008. **275**(1641): p. 1351-1358.
51. McClenachan, L., J.B.C. Jackson, and M.J.H. Newman, *Conservation implications of historic sea turtle nesting beach loss*. Frontiers in Ecology and the Environment, 2006. **4**(6): p. 290-296.
52. Holmlund, C.M. and M. Hammer, *Ecosystem Services Generated by Fish Populations*. Ecological Economics, 1999. **29**(2): p. 253-268.
53. Moberg, F. and C. Folke, *Ecological goods and services of coral reef ecosystems*. Ecological Economics, 1999. **29**(2): p. 215-233.
54. Solan, M., et al., *Extinction and Ecosystem Function in the Marine Benthos*. 2004. p. 1177-1180.
55. Chavez, F.P., et al., *From Anchovies to Sardines and Back: Multidecadal Change in the Pacific Ocean*. Science, 2003. **299**(5604): p. 217-221.
56. Shepherd, S.A., J.R. Turrubiates-Morales, and K. Hall, *Decline of the abalone fishery at La Natividad, Mexico: Overfishing or climate change?* Journal of Shellfish Research, 1998. **17**(3): p. 839-846.
57. Royal, S., *Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide / The Royal Society*. Policy document / Royal Society of London; 12/05. 2005, London: The Royal Society.
58. Hoegh-Guldberg, O., et al., *Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification*. Science, 2007. **318**(5857): p. 1737-1742.
59. Diaz, R.J. and R. Rosenberg, *Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems*. Science, 2008. **321**(5891): p. 926-929.
60. Grantham, B.A., et al., *Upwelling-driven nearshore hypoxia signals ecosystem and oceanographic changes in the northeast Pacific*. Nature, 2004. **429**(6993): p. 749-754.
61. Chan, F., et al., *Emergence of Anoxia in the California Current Large Marine Ecosystem*. Science, 2008. **319**(5865): p. 920.
62. Balmford, A. and T. Whitten, *Who should pay for tropical conservation, and how could the costs be met?* Oryx, 2003. **37**(2): p. 238-250.
63. Myerson, R.B., *Nash Equilibrium and the history of Economic theory*. Journal of Economic Literature, 1999. **37**: p. 1067 -1082.
64. Hardin, G., *The Tragedy of the Commons*. Science, 1968. **162**: p. 1243-1248.
65. Dietz, T., E. Ostrom, and P.C. Stern, *The Struggle to Govern the Commons*. Science, 2003. **302**(5652): p. 1907-1912.
66. Ostrom, E., *Governing the Commons : The Evolution of Institutions for Collective Action (Political Economy of Institutions and Decisions)*. 1990: Cambridge University Press. 298.
67. Cho, A., *The Economics Nobel: Giving Adam Smith a Helping Hand*, in *Science*. 2007: Daily News October 2007.

68. Pikitch, E.K., et al., *Ecosystem-Based Fishery Management*. Science, 2004. **305**: p. 364-347.
69. Agardy, M.T., *Advances in Marine Conservation - the Role of Marine Protected Areas*. Trends in Ecology & Evolution, 1994. **9**(7): p. 267-270.
70. Bohnsack, J.A., *Marine Reserves: they enhance fisheries, reduce conflicts and protect resources*. Oceanus, 1993. **36**(3): p. 63 -71.
71. Halpern, B.S., *The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter?* Ecological Application, 2003. **S(13)**(1): p. S117-S137.
72. Halpern, B.S., *Do reserves work and does reserve size matter*. Ecological Application, In press.
73. Roberts, C.M. and N.V. Polunin, *Are marine reserves effective in management of reef fish fisheries*. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 1993(1): p. 65 -69.
74. Russ, G.R. and A.C. Alcala, *Sumilon Island Reserve: 20 years of hopes and frustrations*, in *Naga, the ICLARM Quarterly*. 1994. p. 8-12.
75. Micheli, F. and B.S. Halpern, *Low functional redundancy in coastal marine assemblages*. Ecology Letters, 2005. **8**(4): p. 391-400.
76. Mumby, P.J., et al., *Fishing, Trophic Cascades, and the Process of Grazing on Coral Reefs*. Science, 2006. **311**(5757): p. 98-101.
77. Gell, F. and C.M. Roberts, *Benefits beyond boundaries: the fisheries effect of marine reserves*. Trends in Ecology & Evolution, 2003. **18**(9): p. 448 -455.
78. Murawski , S.A., et al., *Large-scale closed areas as a fishery-management tool in temperate marine systems: The Georges Bank experience*. Bulletin of Marine Science, 2000. **66**(3): p. 775-798.
79. Roberts, C.M., et al., *Effects of marine reserves on adjacent fisheries*. Science, 2001. **294**(5548): p. 1920-1923.
80. Murawski, S.A., et al., *Effort distribution and catch patterns adjacent to temperate MPAs*. ICES Journal of Marine Science, 2005. **62**(6): p. 1150-1167.
81. Murawski, S.A., et al., *Effort distribution and catch patterns adjacent to temperate MPAs*. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 2005. **62**(6): p. 1150-1167.
82. PISCO, *Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans PISCO. The Science of Marine Reserves*. <http://www.piscoveb.org> 22pp. 2002. p. 22 pp.