View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Diposit Digital de Documents de la UAB

EDUCACIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD OCÉANICA: UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO Y EQUIDAD

María M. Álvarez-Lires, María A. Lorenzo-Rial, F. Javier Álvarez-Lires, Azucnea Arias-Correa, Uxío Pérez-Rodríguez, J. FranciscoSerrallé-Marzoa, Mercedes Varela-Losada
Universidade de Vigo

RESUMEN: La presente comunicación se basa en un proyecto de colaboración entre Ciencias del Mar y Didáctica de las Ciencias, encaminado a formar al profesorado de Educación Primaria, en formación inicial, en Educación Científica para la Sustentabilidad, con perspectiva de género, a través del conocimiento de modelos explicativos del Cambio Global, en la Historia de la Ciencia reciente, con especial atención al fenómeno de la acidificación oceánica. Todo ello se inserta en un modelo de formación del profesorado basado en la adquisición de competencias docentes, que necesita formación científica, didáctica y recursos. Se ha elaborado un instrumento de evaluación de recursos TIC y se concluye la necesidad de elaborar intervenciones didácticas, una vez que se hayan analizado éstos.

PALABRAS CLAVE: educación científica para la sustentabilidad, acidificación oceánica, género, historia de la ciencia, recursos didácticos.

OBJETIVOS: En este trabajo se pretende realizar una revisión Historia de las Ciencias y de las Técnicas (HCT) reciente acerca de modelos que expliquen y contribuyan a frenar el Cambio Global como el de Antropoceno (una nueva era) y Límites Planetarios, relacionados con el modelo de desarrollo actual injusto y creador de desigualdades entre N y S y en cada país (económicas, de acceso a recursos, de género, etc.). Se trata, además, de examinar el papel de la Educación para la Sustentabilidad y la posibilidad de establecer sinergias entre ésta, la Educación Científica y las Ciencias del Mar. Otro de los objetivos es elaborar un instrumento de análisis para evaluar recursos didácticos en formato digital, para diseñar intervenciones educativas, que incluyan HCT, a fin de formar al alumnado del Grado en Educación Primaria.

CAMBIO GLOBAL, SUSTENTABILIDAD Y EQUIDAD

El International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP, 1986-2015) sobre Cambio Global y repercusiones en el Sistema Tierra (ST) ha propiciado interesantes modelos para la Historia de las Ciencias y de las Técnicas (HCT) reciente: "¿El impacto humano sobre el ST es similar o superior al de las grandes fuerzas de la naturaleza? ¿Cuáles son los acontecimientos socioeconómicos, culturales, políticos y tecnológicos que cambian la relación entre las sociedades humanas y el resto de la naturaleza, y dan lugar a la aceleración de los impactos en el ST?"(Steffen *et al.*, 2007).
IPCC (2013, 2014) y Steffen et al., (2007) señalan que "el crecimiento exponencial de las actividades humanas podría desestabilizar de manera crítica los sistemas biofísicos y ha producido cambios am-

bientales irreversibles, de incalculables consecuencias para la vida" (Rockström, 2011). Y ello, mientras el modelo de desarrollo permanece, en gran medida, ajeno a los desastres ambientales.

El Cambio Global se refiere a "cambios biofísicos y socioeconómicos que están alterando la estructura y el funcionamiento del ST en fenómenos, que interaccionan, como uso y ocupación del suelo, urbanización, globalización, ecosistemas costeros, composición de la atmósfera, flujo fluvial, ciclos del nitrógeno y del carbono, clima físico, cadenas alimentarias marinas, diversidad biológica, población, economía, uso de recursos, energía, transporte, comunicación y otros. Muchos de estos fenómenos no se producen de forma lineal, y pueden originar cambios abruptos o irreversibles" (Steffen et al., 2007; Rockström et al., 2011; Steffen y Stafford, 2013).

El ST se refiere a las interacciones entre ciclos físicos, químicos y biológicos y de energía, que proporcionan el soporte para la vida en la superficie del planeta e incluye a nuestras sociedades y actividades, de tal manera que los seres humanos no somos una fuerza exterior que perturba el sistema natural, sino una parte integral de las interacciones que ocurren en él (Steffen et al., 2004). Siguiendo este modelo, se han identificado nueve procesos determinantes de la estabilidad del ST: el cambio climático, el agotamiento de la capa de ozono, la acidificación de los océanos, el cambio en el uso de la tierra, el uso del agua dulce, la pérdida de biodiversidad, la interferencia humana en los ciclos del nitrógeno y del fósforo y, finalmente, la contaminación química y la carga de aerosoles (Rockström et al., 2009b). Como consecuencia, se ha de repensar el desarrollo humano en una nueva era, el Antropoceno (en debate), y se ha de invertir la tendencia del cambio ambiental negativo mundial para moverse dentro de un espacio de seguridad en el ST (Rockström et al., 2011). Así, el concepto de *límites planetarios* "identifica los límites de seguridad necesarios para los procesos ambientales que determinan la estabilidad de los componentes del ST" (Rockström et al., 2009a, 2009b; Steffen y Stafford, 2013). Por ejemplo, para el cambio climático, el límite se fijó en 350 ppm (partes por millón) de CO_2, mientras que los modelos científicos establecen que el riesgo de irreversibilidad está entre 350 y 550 ppm de CO_2 (Steffen et al., 2015b).

Educación científica, género y sustentabilidad

La Comisión Mundial sobre Desarrollo y Medioambiente (ONU 1983-1987), presidida por Grö Harlem Bruntland, elaboró el informe *Nuestro futuro común* y acuñó el término Desarrollo Sustentable (DS):

> Un proceso de cambio en el que la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones y la orientación del cambio tecnológico e institucional, están en armonía y aumentan el potencial actual y futuro para atender las necesidades y las aspiraciones humanas; todo eso significa que el desarrollo del ser humano debe hacerse de manera compatible con los procesos ecológicos que sustentan el funcionamiento de la biosfera.

Pero, se puede alcanzar el DS sin cambiar el modelo de desarrollo basado en un crecimiento ilimitado?

Los efectos antropogénicos sobre el ST son innegables y se necesitan acciones urgentes que contribuyan a la sustentabilidad, tanto desde el punto de vista científico experimental como educativo, político y económico (Álvarez-Lires et, al., 2017), tal como establece la Convención Marco sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (2015).

Para que la educación ejerza su papel en la búsqueda del DS, ha de promover la innovación y la equidad; la igualdad de género ha de ser un elemento siempre presente. En este sentido, se ha establecido el Índice de Género y Moedioambiente (IUCN, 2013), y la ONU, en la Década de la Educación para el DS (2005-2014) y en los programas para el desarrollo (PNUD), hace explícitas ésta y las relaciones entre ciencia-técnica-educación-sustentabilidad y género. El interés por la Educación para

la Sustentabilidad (ES) ha aumentado notablemente, pero ésta y la Educación Científica (EC) permanecen separadas y "los planes de estudios universitarios europeos se han elaborado desde las disciplinas tradicionales" (Fauville et al., 2013; Stevenson et al., 2013 y Wals et al., 2014), en los que la HCT está prácticamente ausente.

METODOLOGÍA

Con el fin de introducir la Educación Científica para la Sustentabilidad (ECS), con perspectiva de género, hemos iniciado un proyecto de colaboración con el Campus del Mar, Campus de Excelencia Internacional de la Universidad de Vigo (http://campusdomar.es/gl/), la Diputación de Pontevedra y la Unidad de Igualdad de la misma universidad. Hemos abordado la educación en acidificación oceánica (AO) y la historia de las mujeres en la sustentabilidad del mar desde la HCT, pues educar a las generaciones futuras en las certezas e incertidumbres de esta ciencia emergente y sus consecuencias, para especies y ecosistemas marinos, puede ayudarles a percibir la necesidad de mitigar el Cambio Global y permite buscar sinergias entre EC, ES, HCT y ciencias del mar (CM) (Fauville et al., 2012; Wals et al., 2014). Para ello, el profesorado necesita formación científica y didáctica -y recursos- si ha de implicar a sus estudiantes en la indagación, en la acción individual y colectiva, y en el desarrollo de competencias científicas (Álvarez-Lires et al, 2013).

Hemos efectuado una revisión de literatura reciente sobre Cambio Global, AO e introducción de la perspectiva de género en la ES y EC, así como de la historia de las aportaciones de las mujeres a la sustentabilidad océanica. Hemos abordado un proyecto de búsqueda y posterior diseño de recursos TIC innovadores. Se ha elaborado una tabla de análisis de dichos recursos y se han analizado algunos relevantes.

RESULTADOS

De los nueve procesos citados, que rigen la estabilidad del ST, la AO es una de las amenazas detectadas: cuando el CO_2 emitido a la atmósfera penetra en el agua de mar, ocurre un conjunto de reacciones químicas, que produce un aumento de la concentración de $[H^+]$. Mostofa et al. (2016) indican que las fuentes de la elevada concentración atmosférica de CO_2 son, sobre todo, la quema de combustibles fósiles, las prácticas en el cambio del uso del suelo y la deforestación (las emisiones de CO_2 aumentaron un 29% de 2000 a 2008). El pH del agua de mar superficial ha descendido 0.1 unidades desde el comienzo de la era industrial (IPCC, 2013) y los modelos de simulación muestran que puede descender a 7,8 en 2100, algo que los ecosistemas marinos no han experimentado desde hace millones de años. No obstante, el pH oceánico no llegará a ser inferior a 7, previsiblemente: el término "acidificación" se refiere a la disminución del pH.

Esta disminuciòn implica alteración de ciclos biogeoquímicos marinos. De los efectos derivados del desplazamiento del equilibrio carbónico-carbonatos, en el mar, el de mayor impacto puede ser el descenso del estado de saturación del $CaCO_3$, que afecta a la capacidad de formar esqueletos calcáreos de moluscos, equinodermos o corales, y también al descenso del fitoplancton. Diversos estudios abordan consecuencias y mecanismos de este problema global, identifican estrategias para hacerle frente (Galaz, 2014) y muestran que la captación actual de CO_2 por parte del océano superficial – y el descenso de pH– ocurre unas 100 veces más rápidamente que al final de la última glaciación (hace 20.000 años), cuando el CO_2 aumentó significativamente. "Es urgente asegurar que estos hallazgos se difunden para afrontar este problema y nada mejor para ello que abordar la educación en AO", en el marco de la ECS (Fauville et al., 2012, 2013; Wals *et al.*, 2014).

Fauville et al. (2012, 2013) han identificado 34 recursos TIC para educación. Mas, es preciso adaptar los recursos a las aulas, a partir de necesidades de formación detectadas y de las características de dichos recursos. Para ello hemos elaborado una tabla de análisis (Lorenzo-Rial et al., 2016; Álvarez-Lires et al., 2017), que se ha ido modificando hasta la actual (Tabla 1). Posteriormente, se elaborará un diseño de intervención, basada en el Ciclo de Karplus (Álvarez-Lires et al., 2013), que incluirá modelos de HCT reciente y una historia de mujeres en la sustentabilidad oceánica.

La mayoría de recursos parece elaborada por grupos de Ciencias del Mar, carece de enfoques de Didáctica de las Ciencias, de ECS y de HCT. El instrumento diseñado se ha mostrado útil para el análisis; es flexible y permite su evolución en función de diferentes tipologías de recursos.

Tabla 1.
Categorías de análisis de los recursos.

1. Indentificación recursos	*2. Educación*	*3. Objetivos*	*4. Enfoque*		*5. Desarrollo de competencias*
Denominación Institución URL Otras	Formal No formal	Científicos Educativos Divulgativos No constan	Paradigma ES EC ECS HCT Perspectiva de género	Proyectos ABP Divulgación Taller Otro	Clave Profesionales docentes No constan

Tabla 1 continuación.
Categorías de análisis de los recursos.

6. Secuencia de aprendizaje	*7. Tipología de actividades*	*8. Uso de TIC*	*9.Evaluación*	
Explícita No aparece	Exploratorias Estructuración Aplicación Otras	Cómo Para qué No consta	Criterios Técnicas Instrumentos Inicial	Formativa Formadora No consta

CONCLUSIONES

El análisis de recursos está justificado porque el profesorado en ejercicio y en formación inicial se queja de falta de formación y de recursos didácticos para actuar en las aulas. No hemos encontrado ningún proyecto que aborde esta tarea.

Una ECS ha de tener en cuenta necesidades sociales; por ello, la convergencia entre las CM, la EC y la ES, auxiliada por las TIC, es esencial para que la educación sea más sensible al Cambio Global. Ha de incorporar, además, la HCT y la perspectiva de género (Álvarez-Lires et al., 2017). La experiencia de colaboración iniciada ofrece perspectivas prometedoras.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez-Lires, M., Arias Correa, A., Pérez Rodríguez, U. y Serrallé, J. F. (2013). *La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas*, Enseñanza de las Ciencias, 31(1), 213-233.

Álvarez Lires, M.M., Arias Correa, A., Lorenzo Rial, M. y Serrallé Marzoa, F. (2017). Educación para la Sustentabilidad: Cambio Global y Acidificación Océanica. *Formación Universitaria* 10 (2) en prensa.

CMMAD (Comisión Mundial Medio Ambiente y Desarrollo). (1988). *Nuestro futuro común*. Alianza, Madrid.

Fauville, G., Säljö, R., & Dupont, S. (2012). Impact of ocean acidification on marine ecosystems: educational challenges and innovations. *Marine Biology*, 160, 1863-1874.

Fauville, G., Lantz-Andersson, A., & Säljö, R. (2013). ICT tools in environmental education: reviewing two newcomers to schools. *Environmental Education Research,* 20, 2, 248-283.

Galaz, V. (2014). *Global Environmental Governance, Technology and Politics: The Anthropocene Gap.* Edward Elgar Publishing. Cheltenham: UK.

International Council for Science (2017) Recuperado de: http://www.icsu.org/

IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

— 2014: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

IUCN (2013). *The Environment and Gender Index (EGI) 2013* Pilot. Washington, D.C.: IUCN

Lorenzo-Rial, M., Álvarez-Lires, M., Arias-Correa, A., Serrallé-Marzoa, J. F. (2016). *Ocean acidification education: educational resource analysis*, Procedia - Social and Behavioral Sciences: 228, 430-435.

Mostofa, K. M. G y otros nueve autores, *Reviews and Syntheses: Ocean acidification and its potential impacts on marine ecosystems*, Biogeosciences: 13, 1767-1786 (2016).

Rockström, J. y otros 28 autores, (2009a). *A safe operating space for humanity*, Nature, 461: 472-475.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Stuart III Chapin, F., Lambin, E.,…Foley, J. (2009b). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society, 14*(2), 32.

Rockström, J. (2011). *Nuestro Planeta, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente medio ambiente para el desarrollo* (en línea: http://www.unep.org/ourplanet/2011/sept/sp/article5.asp, acceso: 3 de Julio de 2016), PNUMA

Steffen, W. y Stafford, M. (2013). *Planetary boundaries, equity and global sustainability: Why wealthy countries could benefit from more equity*, Current Opinion in Environmental Sustainability: 5, 403-408.

Steffen, W., A. y otros diez autores (2004). *Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure*, The IGBP Global Change Series, Springer-Verlag, Berlin, Heidelburg, New York.

Steffen, W., Crutzen J. y McNeill, J. R. (2007). *The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?,* Ambio: 36(8), 614-621.

Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney O. y Ludwig, C. (2015). *The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration*, The Anthropocene Review: 2(1), 81-98.

Stevenson, R. B., Brody, M., Dillon, J., & Wals, A. E. J. (Eds.) (2013). *International Handbook of Research on Environmental Education.* Routledge: New York.

Wals, A. E. J., Brody, M., Dillon, J., y Stevenson, R. B. (2014). Convergence Between Science and Environmental Education. *Science,* 344(6184), 583-58.