

# ASESORAMIENTO EXPERTO EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA: EQUIPOS TRANSDISCIPLINARES COMO VÍA DE CONCIENCIACIÓN POBLACIONAL FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

---

**D. Antonio Alberto Rodríguez Sousa.**

*Investigador en Formación*

*Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid*

## **Resumen**

**Introducción:** En la era geológica actual, el Antropoceno, los medios de comunicación constituyen una herramienta vital en la divulgación social, siendo el asesoramiento de expertos fundamental para una correcta difusión de conocimientos científicos.

**Metodología-Desarrollo:** Con la finalidad de comprobar el grado de conocimiento para con uno de los principales problemas ambientales de la actualidad y evaluar cómo el asesoramiento experto contribuye a una mejor comprensión de la Ciencia, se procedió a la realización de una encuesta cerrada dicotómica con individuos graduados procedentes de diferentes áreas de conocimiento. Dicho cuestionario se ejecutó de forma pareada a los mismos individuos antes y después de la impartición, por parte de especialistas, de clases magistrales sobre teoría del cambio climático dentro del contexto teórico del cambio global.

**Resultados:** El estudio evidenció que los individuos procedentes de áreas afines a temáticas ambientales presentaban un mayor grado de conocimiento ante el dilema planteado. Por otra parte, el asesoramiento científico recibido derivó en un incremento significativo respecto al número de aciertos por parte de los encuestados.

**Conclusiones:** El cambio climático es una temática integrada en los medios de comunicación, responsables de difundir los avances que surgen al respecto y de concienciar a la población sobre las posibles medidas de mitigación y adaptación frente a esta problemática. No obstante es fundamental la formación de equipos transdisciplinarios de expertos junto a profesionales divulgativos para la correcta difusión informativa, evitando así incurrir en preocupaciones sensacionalistas donde convergen predilecciones ecologistas, políticas y económicas en detrimento de criterios científicos objetivos.

## **Palabras claves**

Cambio global; Clima; Ecología; Medios de comunicación; Socio-economía.



## Introducción y justificación

La sustitución del Holoceno por el Antropoceno como período geológico es un hecho cada vez más aceptado por la comunidad científica. Mientras que dicho término fue acuñado inicialmente por Crutzen & Stoermer en el año 2000, esta nueva era geológica es producto de factores con mayor antigüedad entre los que destacan: a) el incremento acelerado presentado por parte de la población humana a raíz de los años 50 junto a la existencia de un enorme crecimiento económico global; b) el creciente impacto ambiental de la humanidad sobre la superficie terrestre en forma de modificación de hábitats o cambios en la biota; y c) la revolución industrial (Cearreta, 2015). Sin embargo, es de destacar la elevada modernidad filosófica y tecno-científica existente en los países más desarrollados como una de las principales características del Antropoceno (Sanhueza, 2010), lo que deriva finalmente en una elevada dependencia por parte de la sociedad para con los medios de comunicación como principal vía de concienciación, sensibilización e información sobre ámbitos de índole general, llegando a desempeñar a menudo dichos medios un papel educativo para con la población (Palacios & García, 1999).

Particularmente en la actualidad la comprensión de la ciencia se considera un valor intrínseco de la sociedad, siendo muy importante el rol desempeñado por parte de científicos, educadores y divulgadores en hacer partícipe a la ciudadanía de los avances científicos y tecnológicos que los especialistas van construyendo y desarrollando (Cáceres & Ribas, 1996). No obstante, mientras que desde el ámbito investigador se busca primordialmente generar un gran número de aportaciones científicas de elevada especialización y naturaleza técnica que ocasionen un elevado impacto académico (Buela Casal, 2003), existe una notoria dificultad en cuanto a la divulgación de los conocimientos y su comprensión por parte de la sociedad (Cassany et al., 2000). Esta coyuntura académico-social se traduce en la generación de una problemática que puede conducir a una fragmentación social llegando a ocasionar un alejamiento e incluso rechazo por parte de la ciudadanía hacia los conocimientos científicos. No obstante, si se facilitara la comprensión pública de la ciencia por parte del sector experto se generaría una corriente favorable de apoyo a la subvención de la investigación (Friend, 2005). Además, por otra parte, el fomento de la comprensión de la ciencia constituye un valor utilitarista, siendo un aspecto necesario para vivir en sociedades altamente tecnificadas, facilitando de este modo el proceso de toma de decisiones por parte de la ciudadanía respecto a temas diversos relacionados con su modo de vida (Hernando & Carvajal, 2000).

Debido a esta disyuntiva, es necesaria la formación de equipos multidisciplinares donde se produzca la colaboración por parte de profesionales científicos que ejerzan una labor de asesoramiento junto a expertos del sector

de las Ciencias de la Información que contribuyan difundiendo información especializada de forma asequible para la población (Marques et al., 2013). No obstante, no se deben confundir los términos de *educación científica* y *divulgación científica* (Blanco-López, 2004). De este modo, mientras que la educación científica es obligatoria, siendo una materia estructurada a la vez que legislada y certificada, la divulgación científica es de carácter voluntario, no siendo evaluada ni certificada y centrándose en la sociedad como ente receptor (Rennie et al., 2003). Dadas estas diferencias, desde la didáctica científica se considera que los medios de divulgación son contextos extraescolares que fomentan un aprendizaje no formal de las ciencias, en contraposición a su aprendizaje formal, fruto de la educación científica, derivando este hecho en que la ciencia, en un contexto divulgativo, se caracterice por factores que influyen en su potencial para generar aprendizaje (Dierking et al., 2003), debiendo tratarse temas conflictivos y relevantes que afecten a la población, combinando, a la par que intereses ambientales, tendencias políticas y comerciales, como es el caso del cambio climático, problemática de índole ecológica a escala global (Grimm et al., 2008).

## **Objetivos generales y específicos**

Con la finalidad de comprobar el grado de sensibilización por parte de un sector poblacional concreto respecto al cambio climático como principal problemática ambiental actual se planteó un diseño experimental orientado hacia el sector universitario, analizando el nivel de conocimiento por parte de individuos procedentes de diferentes disciplinas mediante la ejecución de encuestas individuales de forma pareada antes y después de la impartición de una serie de clases magistrales por parte de especialistas del sector, pudiendo evaluar de forma específica la posible influencia de un correcto asesoramiento científico en los medios divulgativos para con el grado de interés y correcto criterio por parte de la población, pudiendo además sesgar los resultados acorde a la disciplina de origen y al género de los encuestados.

## **Método - Desarrollo del trabajo**

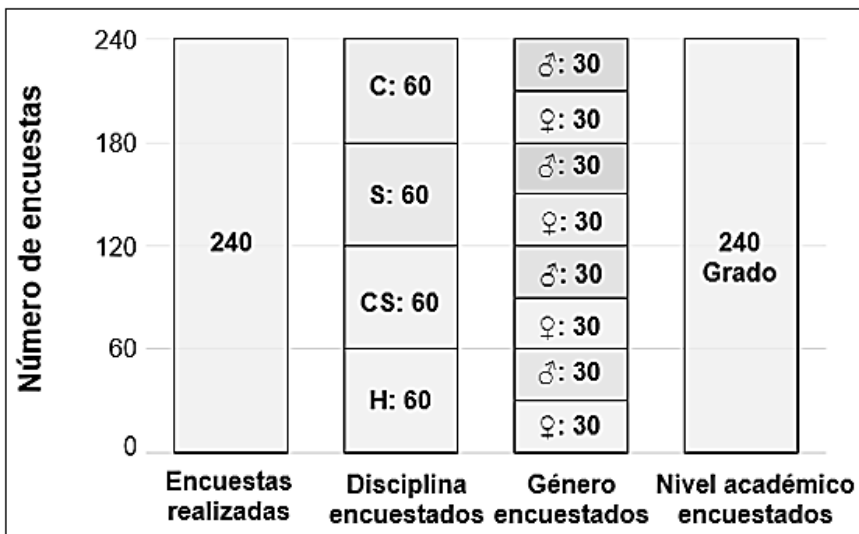
### Diseño muestral

Se planteó un caso de estudio con el objetivo de evaluar el nivel de conocimiento científico y el grado de sensibilización poblacional sobre el cambio climático, que constituye una de las principales problemáticas actuales que suponen una amenaza para la continuidad de la vida humana a escala planetaria (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Principales perturbaciones a nivel global, ordenadas acorde a su grado de probabilidad, que podrían suponer la extinción de la humanidad (tomado de Rees, 2004).

PERTURBACIÓN	PROBABILIDAD
Pandemia viral	Muy alta
Cambio climático	Alta
Impacto meteorito	Media
Guerra global nuclear	Media
Destrucción por robots	Baja
Super volcanes	Muy baja
Radiación de una supernova	Muy baja

Con la finalidad de llevar a cabo dicha investigación se planteó un muestreo aleatorio simple equilibrado en el que se trabajó con un tamaño muestral de  $n = 240$  individuos universitarios de ambos sexos procedentes de diversas áreas de conocimiento para los que se diseñó una breve encuesta de tipo cerrada dicotómica (**Anexo 1**). Dichas encuestas fueron ejecutadas de forma aleatoria entre los individuos seleccionados, siendo agrupados equitativamente en cuatro grandes ejes temáticos ( $n = 60$ ): ciencias experimentales, ciencias de la salud, humanidades y ciencias sociales (**Fig. 1**):

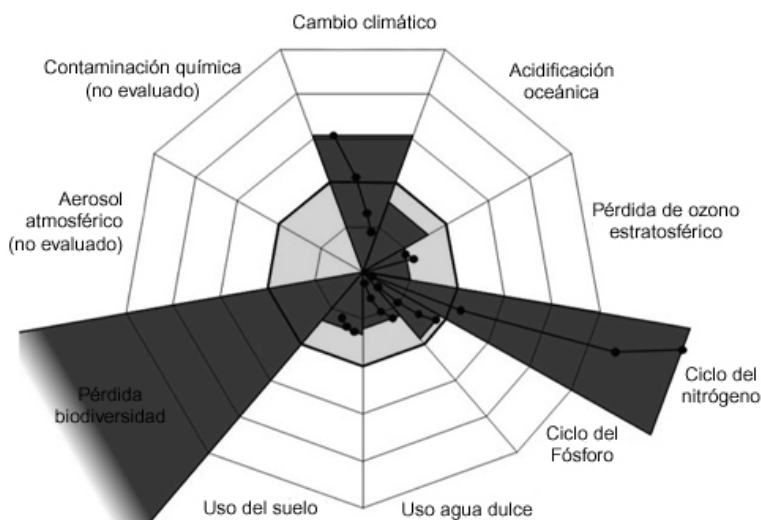


**Figura 1:** Encuestas realizadas representando su número total y su clasificación acorde a la disciplina de procedencia de los encuestados (C: Ciencias; S: Ciencias de la Salud; CS: Ciencias Sociales y H: Humanidades), su género (♂: masculino; ♀: femenino) y su nivel académico, perteneciendo todas las encuestas ejecutadas a individuos recién graduados.

Las encuestas diseñadas se ejecutaron de forma pareada a los mismos individuos antes y después de la impartición de unas sesiones teóricas con contenido ambiental sobre el cambio climático con la finalidad de discernir si la información aportada por parte de especialistas del sector ecológico, en asociación con el conocimiento derivado por parte de los medios de comunicación, propiciaba una mayor adecuación de correcto conocimiento y mayor grado de comprensión respecto a los últimos avances científicos sobre esta problemática socio-ecológica, pudiendo además observar la existencia de diferencias significativas, de encontrarlas, en cuanto a la percepción de la problemática del cambio climático según el género de los encuestados y su disciplina formativa.

### Teoría ecológica sobre el cambio climático

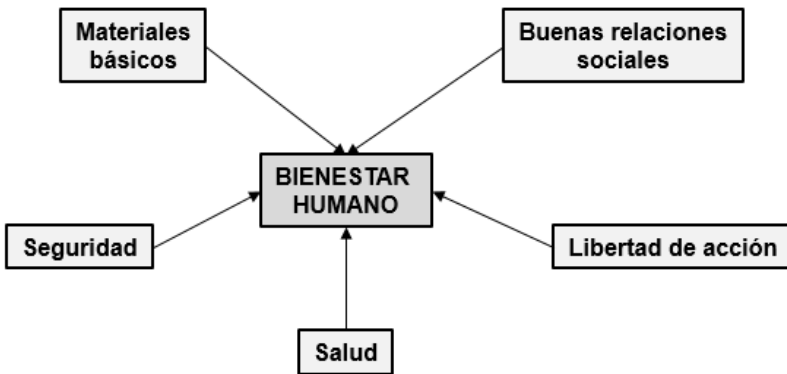
Nuestro planeta se encuentra inmerso, debido fundamentalmente a la influencia antrópica, en una nueva era geológica conocida como Antropoceno, cuyos impactos ambientales están produciendo la alteración de las variables bióticas y abióticas de la ecosfera a escala planetaria, dando lugar a lo que se denomina cambio global como la principal problemática ambiental de la actualidad (Brook et al., 2008), estando conformado por múltiples factores, entre los que destaca el cambio climático (**Fig. 2**).



**Figura 2:** Límites planetarios y dimensiones del cambio global. Se representan los umbrales límite dentro del cual se deben mantener los niveles de cada variable y aquellos factores en los que se ha sobrepasado su capacidad de carga (tomado de Rockström et al., 2009).

Con la finalidad de establecer una educación ambiental dirigida hacia la población sobre la problemática del cambio climático como componente del

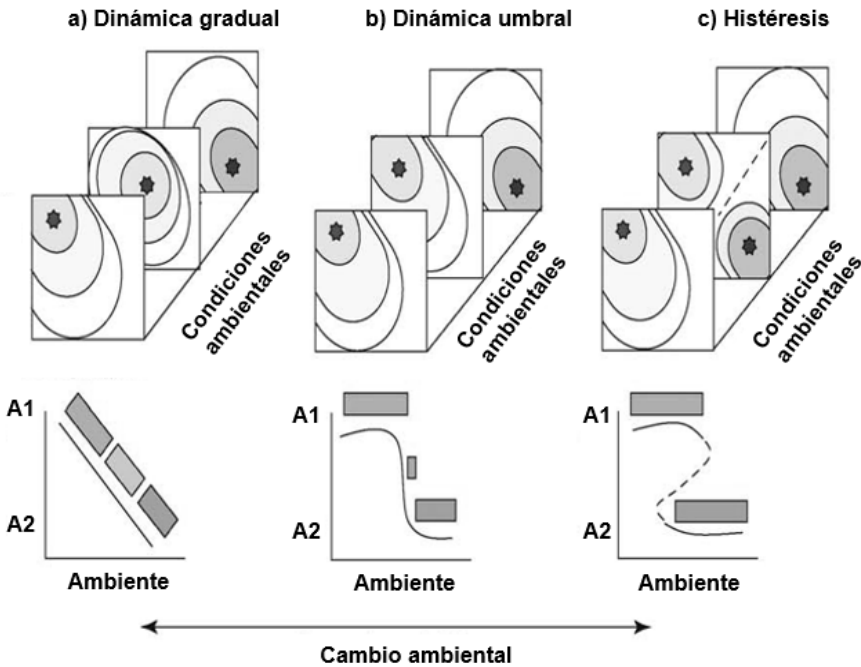
cambio global se deben tener en cuenta los impulsores de este cambio (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España, 2011), pudiendo ser directos (efectos): 1) cambio de usos del suelo; 2) cambio climático; 3) contaminación; 4) especies exóticas invasoras; 5) cambios en los ciclos biogeoquímicos; y 6) explotación intensiva de servicios ecosistémicos; o indirectos (causas): 1) impulsor demográfico; 2) impulsor económico; 3) impulsor socio-político; 4) impulsor de ciencia y tecnología; 5) impulsor de género; y 6) impulsor cultural. A su vez, el origen de estos impulsores reside en las actividades humanas asociadas al modelo económico vigente, cuyo metabolismo ha alterado la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas a múltiples escalas (Lambin & Freydmoidt, 2011), hecho que ha derivado en la alteración del aporte de servicios ecosistémicos por parte de la naturaleza hacia la sociedad, base de las cinco dimensiones del bienestar humano (Martín-López et al., 2007) (**Fig. 3**). Dada esta problemática y con la finalidad de alcanzar un flujo sostenible de servicios ecosistémicos resulta vital conservar los procesos ecológicos que los sustentan, suponiendo esta medida un gran desafío en la actualidad (Costanza & Folke, 1997).



**Figura 3:** Esquema gráfico de las cinco dimensiones que sustentan el bienestar humano.

Ante la problemática ambiental del cambio climático, es necesario establecer políticas de gestión adecuadas a las necesidades actuales (Blanco & Gomá, 2003), sin embargo, mientras que hasta hace algunos años se consideraba que las respuestas de la naturaleza ante las perturbaciones podían ser lineales, siendo predecibles y controlables y que la humanidad y la naturaleza constituirían dos entidades diferentes que podían ser conceptuadas y gestionadas de forma independiente (Hoskins & Karoly, 1981), las últimas evidencias científicas provenientes de diversas regiones del planeta demuestran que las respuestas ecosistémicas ante las presiones antrópicas no

muestran una tendencia lineal, si no que presentan dinámicas umbrales con puntos de no retorno, donde la histéresis del sistema, es decir, su memoria, conforma un papel fundamental en su dinámica (Berkes, 2007) (Fig. 4). Además, cada vez está mayormente aceptado que la naturaleza y la sociedad deben concebirse de forma integral, formando sistemas socio-ecológicos, que son ecosistemas que, de una forma compleja, se vinculan e interaccionan de manera dinámica e interdependiente con uno o más sistemas socio-económicos, dado que las sociedades humanas forman parte de la Biosfera, estando sus actividades inmersas dentro del sistema ecológico global, del cual se obtienen los servicios necesarios para la subsistencia humana (De Groot et al., 2010).



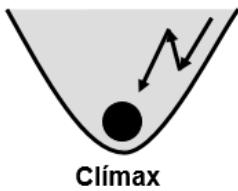
**Figura 4:** Representación gráfica de diferentes visiones en cuanto a la dinámica ecosistémica, donde cobran especial importancia las dinámicas umbrales ante las presiones antrópicas sobre los sistemas, cuya respuesta se ve condicionada por su histéresis (tomado de Suding & Hobbs, 2009).

Ante estas evidencias es necesario redefinir las políticas, estrategias y modelos de gestión sobre las relaciones entre el ser humano y la naturaleza dentro del actual contexto de cambio global en el que nos encontramos, siendo este punto un factor clave donde surgen dos modelos diferentes de

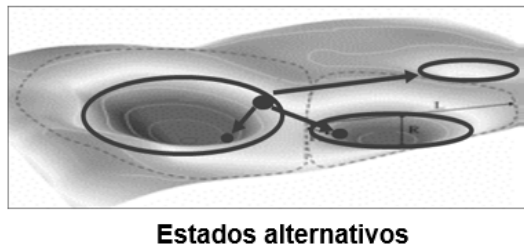


comprensión de la naturaleza (**Fig. 5**): 1) modelos de equilibrio, que apuestan por una sucesión direccional y determinista para alcanzar un estado climático del sistema de máxima estabilidad donde todo cambio supone una degradación y la gestión buscaría situaciones de mínima complejidad e incertidumbre, siendo necesario controlar las perturbaciones y sus efectos (Clements, 1928); y 2) modelos de no equilibrio, donde la sucesión es un proceso histórico sin un equilibrio final y se debe gestionar la resiliencia del sistema, que es su capacidad de soportar perturbaciones mientras conserva sus funciones sin pasar a un estado no deseado, donde los ecosistemas se comportan como sistemas complejos adaptativos (SCA), y se caracterizan por una incertidumbre inherente, dinámica compleja, carácter multiescalar y la existencia de múltiples estados de equilibrio (Holling & Gunderson, 2002; Proulx, 2007).

**Modelo de Equilibrio**



**Modelo de no Equilibrio**

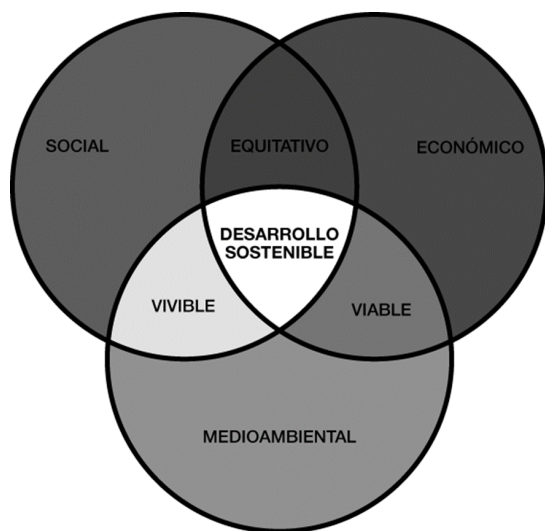


**Figura 5:** Representación gráfica de los modelos de sucesión ecológica: idea determinista (modelo de equilibrio) frente a la idea resiliente de la naturaleza (modelo de no equilibrio).

Teniendo en cuenta ambos enfoques, la forma más efectiva de enfrentarse a los desafíos que supone el cambio global es conseguir dirigir a los ecosistemas a sus estados deseados, que presentan un elevado valor social en términos de la calidad del flujo de servicios que generan a la sociedad, siendo a su vez altamente resilientes (Miller et al., 2006). Desde este punto de vista, el estudio de los sistemas socio-ecológicos desde la perspectiva de SCA tiene como objetivo tender puentes entre las ciencias biofísicas, sociales y tecnológicas, generando un marco integrador transdisciplinario, permitiendo integrar las dimensiones biogeofísicas, socioeconómicas e históricoculturales del territorio a través del conocimiento de la resiliencia ecológica de los sistemas naturales y de la resiliencia social de los sistemas socioeconómicos y culturales (Holling, 1973), pudiendo actuar como nexo entre las ciencias de la naturaleza dedicadas a conocer cómo funcionan los sistemas naturales y las ciencias sociales, especialmente las Ciencias de la

Información como herramienta divulgativa junto a la Economía y la Antropología, que han permitido la aparición de ciencias emergentes como la Gestión de Ecosistemas, la Economía Ecológica, la Ecología Política, y el análisis institucional de todas ellas englobadas dentro del marco integrado e integrador de la nueva Ciencia de la Sostenibilidad, encargada de dar apoyo a la sociedad humana en la toma de decisiones sobre las relaciones entre los sistemas naturales y humanos al objeto de incrementar el bienestar de sus miembros y evitar, o minimizar, los impactos ambientales derivados del cambio global (Vilches & Gil-Pérez, 2014).

Finalmente, hay que tener en cuenta que el éxito del modelo de gestión adaptativa basado en la resiliencia de los sistemas dependerá de los procesos institucionales y políticos subyacentes. Por esta razón es fundamental introducir en las políticas y estrategias de gestión el concepto de gobernanza adaptativa (**Fig. 6**), para analizar las estructuras y procesos mediante los cuales los seres humanos tomamos decisiones sobre la gestión de los servicios ecosistémicos compartiendo su ejecución (Delgado et al., 2007). Por ello, las nuevas políticas de gestión ambiental deberían estimular la creación de espacios participativos de creación e innovación para el análisis y el debate de los problemas socio-ecológicos actuales, donde es vital la colaboración de las Ciencias divulgativas como herramienta para la concienciación y sensibilización poblacional frente a estos problemas multidimensionales (Belenguer Jané, 2003).



**Figura 6:** Principales ejes, social, económico y medioambiental, que deben ser considerados en una gestión adaptativa orientada hacia un desarrollo sostenible.

## Metodología estadística

En primer lugar se realizaron unos análisis descriptivos de los cuestionarios ejecutados para, posteriormente, realizar un análisis estadístico empleando el software IBM ® SPSS ® Statistics 21.0 (IBM Corp, 2012), testando las hipótesis de partida mediante el empleo de un nivel de significación de  $\alpha = 0,05$ . Al trabajar con frecuencias, debemos asumir que nuestros datos no se adecúan a una distribución normal, siendo además heterocedásticos, por lo que debemos optar por analizar nuestros datos mediante tests estadísticos no paramétricos (Osinski et al., 2000).

Por un lado se analizó la posible influencia de la impartición de sesiones teóricas magistrales sobre el cambio climático dentro del contexto del cambio global sobre el grado de correcto conocimiento en cuanto a esta problemática ecológica por parte de los encuestados. Dicha hipótesis fue analizada de forma general para todos los encuestados sin tener en cuenta su disciplina de origen, para lo que se empleó un test de Wilcoxon dado que los datos obtenidos están relacionados al encuestar a los mismos individuos antes y después de la impartición de la información especializada. Dicho test de comparación de dos poblaciones en el que la hipótesis nula es la igualdad de medianas entre ellas ( $H_0: \mu_1 = \mu_2$ ;  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ ) se basa en la atribución de rangos, por lo que para cada observación se calculan las diferencias entre las dos mediciones de la variable dependiente a analizar atribuyendo rangos a los valores absolutos de las diferencias, siendo el valor del estadístico Z la menor de esas dos sumas (Pagano & Gauvreau, 2018).

Posteriormente se trató de discernir si la disciplina académica de origen de los encuestados suponía la existencia de diferencias significativas en cuanto al nivel de conocimiento sobre el cambio climático. De este modo, al no tratar datos pareados y tener  $K$  poblaciones independientes, en nuestro caso 4: 1) Ciencias; 2) Ciencias de la Salud; 3) Ciencias Sociales y 4) Humanidades, se empleó un test de Kruskal-Wallis, que contrasta la hipótesis nula de igualdad de medianas entre las poblaciones comparadas frente a la alternativa de que por lo menos una de ellas presentará una distribución diferente a las demás:  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_n$ ;  $H_1$ : no cierta  $H_0$ , (Breslow, 1970), debiendo realizar un test post-hoc para observar dichas diferencias (Test de Tamhane).

Por último, se evaluó la posible existencia de diferencias significativas en cuanto al correcto conocimiento de la problemática planteada según el género de los encuestados antes de la impartición de las clases magistrales, suponiendo que tras la recepción de una información especializada, dichas diferencias, de existir, deberían verse homogeneizadas. Dicha hipótesis se analizó para todos los encuestados en general, sin emplear la disciplina de origen como herramienta de sesgo al interesarnos ver el efecto del factor género de forma aislada. Para ello se usó un test de la U de Mann-Whitney

al no estar tratando datos pareados y teniendo sólo dos niveles: 1) varones; y 2) mujeres. Este test no paramétrico contrasta como hipótesis nula la igualdad de la suma de rangos de las dos variables analizadas (igualdad de medianas):  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ ;  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ , (Nachar, 2008).

## Resultados

### Resultados descriptivos

En primer lugar se analizaron las medias en cuanto al número de aciertos, fallos y abstenciones de las encuestas realizadas para todos los individuos objeto de estudio antes y después de la impartición de diversas clases teóricas sobre la problemática ambiental planteada en el presente trabajo (Fig. 7). Acorde a estos resultados se puede ver que la impartición de dichas clases contribuyó, globalmente, al incremento del número de aciertos, minimizándose a su vez los fallos y las abstenciones por parte de los encuestados.

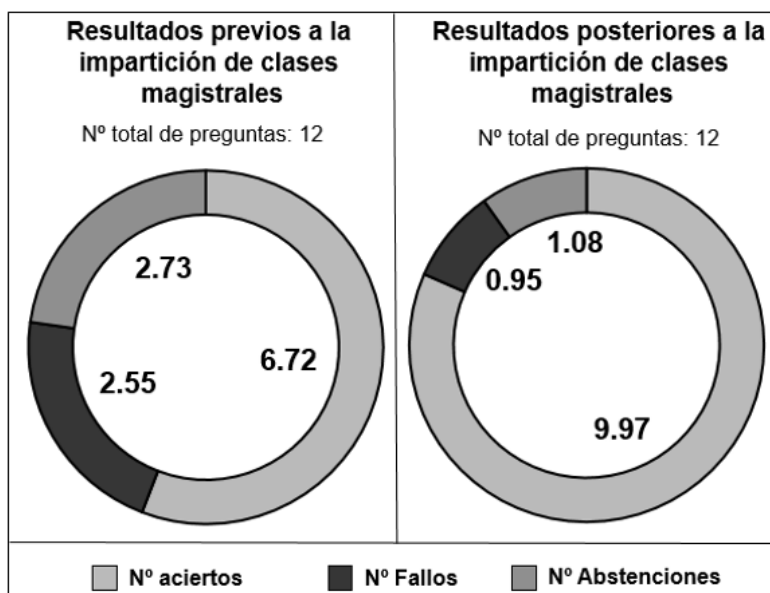


Figura 7: Resultados medios de aciertos, fallos y abstenciones respecto al total de preguntas realizadas obtenidos a partir del número total de encuestados.

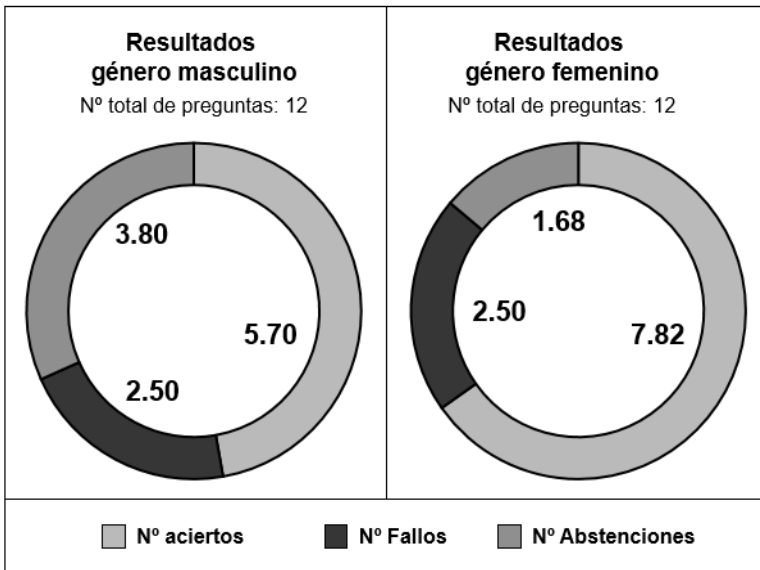
Con la finalidad de profundizar aún más en la influencia de la impartición de temario ambiental específico, se analizaron las mismas variables dentro de cada nivel académico seleccionado, permitiéndonos poder visualizar, además de la influencia de la impartición de clases magistrales, la posible

existencia de diferencias en cuanto al nivel de conocimiento de la temática planteada acorde a la disciplina de origen: 1) Ciencias; 2) Ciencias de la Salud; 3) Ciencias Sociales; y 4) Humanidades. En la **Tabla 2** se observa que, mientras que en todos los niveles la impartición de temario ambiental supuso un incremento en el grado de correcto conocimiento de la problemática ambiental planteada, el análisis entre grupos reveló que, a priori, los individuos de Ciencias son los que mayor grado de conocimiento presentan, seguidos de los individuos provenientes de Ciencias de la Salud y Ciencias Sociales, cuyo nivel de conocimiento de base es similar, siendo los alumnos de Humanidades aquéllos con un menor grado de conocimiento científico. No obstante, estas diferencias se ven homogeneizadas en gran medida una vez que todos los encuestados recibieron información especializada a través de la impartición de clases teóricas por parte de profesionales del sector.

**Tabla 2.** Resultados medios de aciertos, fallos y abstenciones antes y tras la impartición de clases magistrales respecto al número total de preguntas realizadas en la encuesta (12), sesgadas en función de la disciplina académica de origen de los encuestados.

DISCIPLINA	CLASES	ACIERTOS	FALLOS	ABSTENCIONES
Ciencias	No	9.62	1.01	1.37
	Si	10.92	0.39	0.69
Ciencias Salud	No	6.24	2.76	3.00
	Si	8.96	1.39	1.65
Ciencias Sociales	No	6.69	2.71	2.60
	Si	9.95	1.15	0.90
Humanidades	No	4.25	3.81	3.94
	Si	10.05	0.87	1.08

Por otra parte se analizó descriptivamente a nivel global si existían diferencias en cuanto al conocimiento científico del cambio global y climático según el género de los encuestados antes de la recepción de información especializada (**Fig. 8**), al asumir que tras la misma, dichas diferencias, de existir, se verían homogeneizadas. Se puede observar que, descriptivamente, el género femenino presenta, en términos generales, un mayor grado de adecuado conocimiento sobre la temática estudiada.



**Figura 8:** Resultados medios de aciertos, fallos y abstenciones previos a la impartición de clases magistrales sesgadas en función del género de los encuestados.

### Resultados estadísticos y contraste de hipótesis

En primer lugar se contrastó la posible influencia significativa de la impartición de clases magistrales en cuanto a las variables dependientes de aciertos, fallos y abstenciones obtenidas en las encuestas ejecutadas (**Tabla 3**). Al ser un análisis de dos poblaciones de datos relacionados (encuestas ejecutadas a los mismos individuos antes y después de la impartición de las clases), se empleó una Prueba de Rangos de Wilcoxon ( $H_0: \mu_1 = \mu_2$ ;  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ ):

**Tabla 3.** Resultados del test de rangos, posterior – anterior, para las variables dependientes analizadas (VD), mostrando su tamaño muestral (N), el rango promedio, la suma de rangos ( $\Sigma$ ), el estadístico Z de Wilcoxon y la significación asintótica bilateral (Sig.), pudiendo obtener un resultado significativo (\* Sig < 0.05), muy significativo (\*\* Sig < 0.01) o altamente significativo (\*\*\*) Sig < 0.001).

PRUEBA DE RANGOS DE WILCOXON						
	VD	N	Rango	$\Sigma$ rangos	Z	Sig.
Aciertos	Rangos negativos	4	29.75	119.00	-11.555	0.000***
	Rangos positivos	178	92.89	16534.00	---	---
	Empates	58	---	---	---	---
	Total	240	---	---	---	---
Fallos	Rangos negativos	127	85.57	10867.00	-8.220	0.000***
	Rangos positivos	30	51.20	1536.00	---	---
	Empates	83	---	---	---	---
	Total	240	---	---	---	---
Abstenciones	Rangos negativos	133	90.24	12002.00	-8.433	0.000***
	Rangos positivos	32	52.91	1693.00	---	---
	Empates	75	---	---	---	---
	Total	240	---	---	---	---

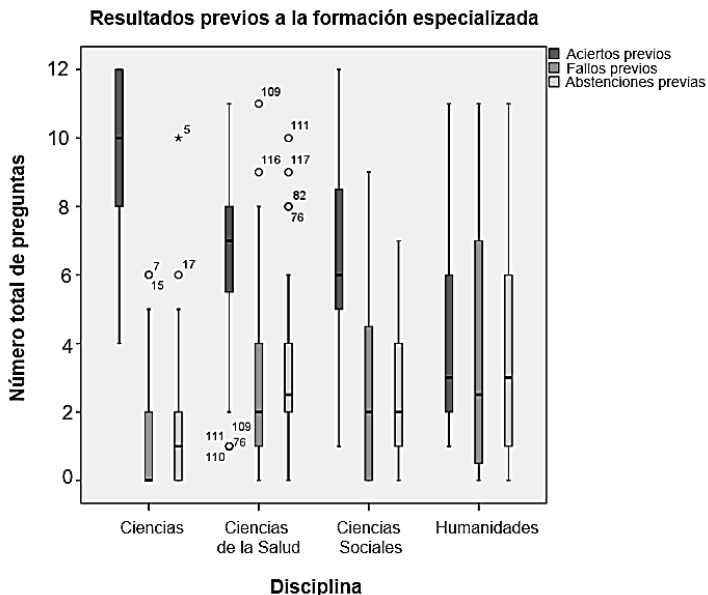
Acorde a estos resultados tenemos unos valores altamente significativos para todas las variables analizadas, debiendo entonces rechazar la hipótesis nula de igualdad de medianas entre poblaciones y pudiendo decir que la impartición de clases teóricas causa diferencias significativas en el conocimiento sobre la temática de estudio, mejorando positivamente la tasa de aciertos y disminuyendo la tasa de fallos y de abstenciones.

Posteriormente, con la finalidad de corroborar la existencia de diferencias significativas para los aciertos, fallos y abstenciones como variables dependientes según la procedencia académica de los encuestados antes y después de la impartición de las clases teóricas se realizó un test de Kruskal-Wallis de igualdad de medianas ( $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_n$ ;  $H_1$ : no cierta  $H_0$ ), cuyos resultados fueron:

**Tabla 4.** Resultados del test de Kruskal-Wallis para las variables dependientes analizadas mostrando el tamaño muestral (N), el estadístico Chi-cuadrado, los grados de libertad (gl) y la significación asintótica bilateral (Sig.), pudiendo obtener un resultado significativo (\* Sig < 0.05), muy significativo (\*\* Sig < 0.01) o altamente significativo (\*\*\*) Sig < 0.001).

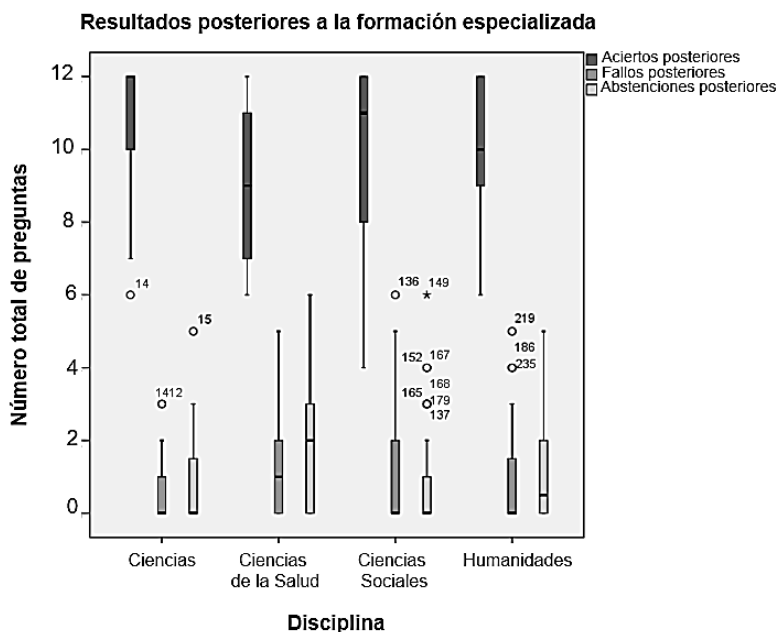
TEST DE KRUSKAL-WALLIS				
VD	N	Chi <sup>2</sup>	gl	Sig.
Aciertos previos	Total: 240 Por disciplina: 60	81.788	3	0.000***
Aciertos posteriores		28.170	3	0.000***
Fallos previos		33.911	3	0.000***
Fallos posteriores		16.788	3	0.001**
Abstenciones previas		27.973	3	0.000***
Abstenciones posteriores		15.118	3	0.002**

Acorde a los resultados altamente significativos debemos rechazar la hipótesis nula de igualdad de medianas entre las subpoblaciones analizadas, por lo que en nuestros resultados al menos una población presenta diferencias significativas en cuanto a su mediana respecto a las demás en todas las variables dependientes. Para poder discernir cuáles son estas diferencias debemos recurrir a la realización de un test post-hoc de Tamhane, dado que asumimos la existencia de varianzas desiguales, pudiendo observar de forma gráfica y resumida los resultados en las **Figuras 9 y 10**:



**Figura 9:** Resultados post-hoc sobre las diferencias observadas para las variables dependientes “Aciertos previos”, “Fallos previos” y “Abstenciones previas” en cuanto a los individuos encuestados pudiendo comparar las disciplinas académicas de procedencia entre sí.





**Figura 10:** Resultados post-hoc sobre las diferencias observadas para las variables dependientes "Acertos previos", "Fallos previos" y "Abstenciones previas" en cuanto a los individuos encuestados pudiendo comparar las disciplinas académicas de procedencia entre sí.

Observamos que el nivel analizado de individuos procedentes del ámbito científico conforma un grupo distinto al resto para todas las variables analizadas en el proceso previo a la impartición de las clases especializadas, diferencias que se homogenizan tras la recepción de dichas clases, aunque no lo suficiente como para que dejen de existir diferencias significativas entre grupos (**Tabla 5**).

**Tabla 5.** Clasificación esquemática por similitud de disciplinas. Los grupos formados se representan en una escala ordinal, compartiendo la misma clasificación aquellas disciplinas sin diferencias significativas para la variable dependiente (VD) de estudio.

VD	DISCIPLINA ACADÉMICA			
	Ciencias	Ciencias Salud	Ciencias Sociales	Humanidades
<b>Acertos previos</b>	1	2	2	3
<b>Fallos previos</b>	1	2	2	2
<b>Abstenciones previas</b>	1	2	2	2
<b>Acertos posteriores</b>	1	1	2	2
<b>Fallos posteriores</b>	1	2	2	1
<b>Abstenciones posteriores</b>	1	2	1	1

Por último se testó la hipótesis general sobre si el sexo de los encuestados influenciaba el nivel de conocimiento de base sobre el cambio climático, sin tener en cuenta la adición de información especializada, para lo que se usó un test de la U de Mann-Whitney basado en rangos y en la igualdad de medianas ( $H_0: \mu_1 = \mu_2$ ;  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ ), siendo test de comparación de muestras independientes procedentes de dos subpoblaciones distintas:

**Tabla 6.** Resultados del test de la U de Mann-Whitney acorde al género de los encuestados, especificando para cada variable dependiente (VD) sus niveles, tamaño muestral (N), estadístico de contraste (E), rango promedio, suma de rangos y la significación asintótica bilateral (\* Sig. < 0,05; \*\* Sig. < 0,01; \*\*\* Sig. < 0,001).

TEST DE LA U DE MANN-WHITNEY						
VD	Nivel	N	E	Rango	$\Sigma$ rangos	Sig.
<b>Aciertos</b>	♂	120	4427.000	97.39	11687.00	0.000***
	♀	120		143.61	17233.00	
	Total	240		---	---	
<b>Fallos</b>	♂	120	6654.500	125.05	15005.50	0.300
	♀	120		115.95	13914.50	
	Total	240		---	---	
<b>Abstenciones</b>	♂	120	3552.000	150.90	18107.50	0.000***
	♀	120		90.10	10812.50	
	Total	240		---	---	

Según nuestros resultados, a excepción de en la variable “Fallos” sí parecen existir diferencias altamente significativas según el género de los encuestados, presentando el género femenino, acorde al rango promedio, una mayor tasa de aciertos y una menor tasa de abstenciones.

## Discusión y conclusiones

Si bien la ecología se define como la rama de las Ciencias Biológicas que se basa en el estudio de las interrelaciones de los seres vivos entre sí y con el medio circundante en el que habitan (Friederichs, 1958), no presenta en la actualidad un cuerpo teórico bien desarrollado, conformando una ciencia predominantemente experimental encargada de llevar a cabo la recopilación de información y ejecución de avances científicos sobre las problemáticas ambientales actuales para plantear, en ocasiones, posibles soluciones con la finalidad de minimizar sus impactos sobre la sociedad (Reichman et al., 2011). Dentro de estas problemáticas de índole ecológica destaca, en la actualidad, el cambio climático, siendo una de las principales amenazas a corto plazo para la especie humana, sin embargo existe cierta controversia

dentro del propio ámbito científico sobre si este suceso debería considerarse un dilema propio o una dimensión dentro de lo que comúnmente se denomina cambio global, término de elevada importancia ligado a los impactos del Antropoceno como era geológica (Vitousek, 1994).

Merece la pena destacar que, acorde al estudio de Martínez et al., 2012 entre otros, nuestro estudio muestra que la formación académica de las distintas ramas universitarias ejerce una influencia esencial en el grado de conocimiento sobre las problemáticas ambientales, siendo los individuos de formación científica pura aquéllos de mayores competencias en detrimento de estudiantes procedentes de otras disciplinas (Brody, 1994), sin embargo, la impartición de una correcta formación por parte de especialistas del sector conforma una medida capaz de paliar estos déficits de concienciación ecológica (Maloney, 1975).

Si bien es cierto que la defensa del medio ambiente y del desarrollo sostenible presentan una dimensión política y económica asociadas habiéndose convertido en conceptos universales en los últimos años acentuando las contradicciones de un modelo de sociedad basado en la primacía de los intereses del sistema productivo y el consenso en la adopción de medidas tendentes a la sostenibilidad del planeta (Scheffer et al., 2002), la ausencia de colaboración entre el sector científico y el sector divulgativo aún es patente en muchas ocasiones, dando lugar a una serie de diversos errores que pueden conducir a una desinformación social (Hernando, 1984). Esta falta de comunicación entre el sector científico y el sector divulgador presenta su raíz en la desconfianza y falta de interés por parte del sector científico para con los medios (Logan, 2001), lo que dificulta una traslación eficaz informativa que presenta efectos multiescalares basados en tres ejes que suponen la deslocalización poblacional con respecto a los temas difundidos: 1) presencia de información ligada en mayor medida a intereses políticos que científicos en los medios de comunicación; 2) ausencia de rigor científico de la información difundida; y 3) mayor tendencia a difundir opiniones sensacionalistas basadas en tendencias ecologistas que conocimientos datos científicos (Mattos, 1993).

Por ello, con la finalidad de elaborar mensajes correctos desde un punto de vista científico y a la vez poderlos transmitir de una forma asequible para sociedad, es de vital importancia la formación de equipos transdisciplinares que fomenten la colaboración entre especialistas y el sector de las Ciencias Divulgativas con la finalidad de elaborar mensajes correctos desde un punto de vista científico, transmitiéndolos de forma asequible para sociedad y cumpliendo las tres máximas del lenguaje científico: claridad, concisión y precisión (Elías, 2014), siendo el papel de las Ciencias Sociales fundamental en la difusión de términos y avances científicos al constituir la principal fuente de información para con la población...

Finalmente, pese a que múltiples estudios descartan la influencia del género para con el grado de concienciación ambiental (Aragonés et al., 2006), nuestro estudio corrobora una mayor implicación del género femenino para con el cambio climático dentro del contexto del cambio global, siendo un sector mejor informado, observándose a priori una mayor involucración en el tema y presentando, en términos generales, un mayor conocimiento e interés, factor debido probablemente a una herencia cultural del rol femenino en la naturaleza (Stock, 2012). No obstante, tras una formación equitativa de ambos géneros, estas diferencias son minimizadas, evidenciándose la igualdad de género en temas de aprendizaje (Belloch, 1998).

## Referencias bibliográficas

- Aragonés, J. I., Sevillano, V., Cortés, B., & Amérigo, M. (2006). Cuestiones ambientales que se perciben como problemas. *Medio ambiente y comportamiento humano*, 7 (2), 1-19.
- Belenguer Jané, M. (2003). Información y divulgación científica: dos conceptos paralelos y complementarios en el periodismo científico. *Estudios sobre el mensaje periodístico*, 9, 43-53.
- Belloch, I. M. (1998). El sexo como variable sujeto: aportaciones desde la psicología diferencial. En J. Fernández (Coord.) *Género y Sociedad* (pp. 43-70). Madrid: Pirámide.
- Berkes, F. (2007). Understanding uncertainty and reducing vulnerability: lessons from resilience thinking. *Natural hazards*, 41 (2), 283-295. doi: <https://doi.org/10.1007/s11069-006-9036-7>
- Blanco-López, Á. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 1 (2), 70-86.
- Blanco, I. & Gomà, R. (2003). Gobiernos locales y redes participativas: retos e innovaciones. *Revista del CLAD Reforma y Democracia*, 26, 93.
- Breslow, N. (1970). A generalized Kruskal-Wallis test for comparing K samples subject to unequal patterns of censorship. *Biometrika*, 57 (3), 579-594. doi: <https://doi.org/10.1093/biomet/57.3.579>
- Brody, M. J. (1994). Student science knowledge related to ecological crises. *International Journal of Science Education*, 16 (4), 421-435. doi: <https://doi.org/10.1080/0950069940160404>
- Brook, B. W., Sodhi, N. S. & Bradshaw, C. J. (2008). Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in ecology & evolution*, 23 (8), 453-460.
- Buela Casal, G. (2003). Evaluación de la calidad de los artículos y de las revistas científicas: Propuesta del factor de impacto ponderado y de un índice de calidad. *Psicothema*, 15 (1), 22-35.
- Cáceres, J. & Ribas, C. (1996). La sociedad opina sobre ciencia. Resultados del estudio sobre la percepción social de la ciencia. *Mundo científico* (167), 347-353.
- Cassany, D., López, C. & Martí, J. (2000). Divulgación del discurso científico: La transformación de redes conceptuales. Hipótesis, modelo y estrategias. *Discurso y sociedad*, 2 (2), 73-103.

- Cearreta, A. (2015). La definición geológica del Antropoceno según el Antropocene Working Group (AWG). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 23 (3), 263.
- Clements, F. E. (1928). *Plant succession and indicators*. London: Collier Macmillan Publishers.
- Costanza, R. & Folke, C. (1997). Valuing ecosystem services with efficiency, fairness and sustainability as goals. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*, 49-70.
- Crutzen, P. J., Stoermer, E. F. (2000). *Global change newsletter*. The Anthropocene, 41, 17-18.
- De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L. & Willemsen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological complexity*, 7 (3), 260-272. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>
- Delgado, L. E., Bachmann, P. L. & Oñate, B. (2007). Gobernanza ambiental: una estrategia orientada al desarrollo sustentable local a través de la participación ciudadana. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA*, 23 (3), 68-73.
- Dierking, L. D., Falk, J. H., Rennie, L., Anderson, D. & Ellenbogen, K. (2003). Policy statement of the “informal science education” ad hoc committee. *Journal of research in science teaching*, 40 (2), 108-111. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/tea.10066>
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. (2011). *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados*. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Retrieved from [goo.gl/gGTQkq](http://goo.gl/gGTQkq)
- Elías, C. (2014). *Fundamentos de periodismo científico y divulgación mediática*. Madrid: Alianza Editorial.
- Friederichs, K. (1958). A definition of ecology and some thoughts about basic concepts. *Ecology*, 39 (1), 154-159. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/1929981>
- Friend, F. J. (2005). El apoyo de las agencias de financiación de la investigación al acceso abierto. RED. Revista de Educación a Distancia (13), 1-8.

- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X. & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319 (5864), 756-760. doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1150195>
- Hernando, M. C. (1984). Periodismo científico. *Comunicación y Medios*, (4), 79-105.
- Hernando, M. C. & Carvajal, J. F. (2000). Líneas generales de un programa de difusión de la ciencia al público. In *Comunicar la ciencia en el siglo XXI: I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia* (pp. 289-311). Granada, España.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual review of ecology and systematics*, 4 (1), 1-23.
- Holling, C. S., Gunderson, L. H., Peterson, G. D. (2002). Sustainability and panarchies. In Island Press (Eds.), *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems* (pp. 63-102). USA: Washington DC.
- Hoskins, B. J. & Karoly, D. J. (1981). The steady linear response of a spherical atmosphere to thermal and orographic forcing. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 38 (6), 1179-1196. doi: [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1981\)038<1179:TSL-ROA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1981)038<1179:TSL-ROA>2.0.CO;2)
- IBM Corp. Released. (2012). *IBM SPSS Statistics for Windows*, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Lambin, E. F. & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (9), 3465-3472. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>
- Logan, R. A. (2001). Science mass communication: Its conceptual history. *Science Communication*, 23 (2), 135-163. doi: <https://doi.org/10.1177/1075547001023002004>
- Maloney, M. P., Ward, M. P., Braucht, G. N. (1975). A revised scale for the measurement of ecological attitudes and knowledge. *American psychologist*, 30 (7), 787-790. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/h0084394>
- Marques, J. C., Sousa, D., Pires, R., Oliveira, C., Delgado, R. & Restivo, M. T. (2013). Multimedia strategies for dissemination of science and technology. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1239-1242). Germany: IEEE. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/EduCon.2013.6530265>

- Martín-López, B., González, J. A., Díaz, S., Castro, I. & García-Llorente, M. (2007) Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Revista Ecosistemas*, 16 (3).
- Martínez, A. G., de la Torre, F. V. & Abellán, M. V. (2012). Medición y categorización de la conciencia ambiental del alumnado universitario: contribución de la Universidad a su fortalecimiento. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16 (2), 193-212.
- Mattos, H. B. (1993). Hacia una teoría de la especialización periodística. *Anàlisi: quaderns de comunicació i cultura*, (15), 79-84.
- Miller, F., Thomalla, F., Downing, T. & Chadwick, M. (2006). Resilient ecosystems, healthy communities: Human health and sustainable ecosystems after the December 2004 tsunami. *Oceanography*, 19 (2), 50-51.
- Nachar, N. (2008). The Mann-Whitney U: A test for assessing whether two independent samples come from the same distribution. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 4 (1), 13-20. doi: <http://dx.doi.org/10.20982/tqmp.04.1.p013>
- Osinski, I. C., Bruno, A. S. & Costas, C. S. L. (2000). Estudio de la potencia de los contrastes de medias con dos y tres grupos con tamaño de efecto pequeño y en condiciones de no normalidad y homo-heterocedasticidad. *Psicothema*, 12 (Suplemento), 114-116.
- Pagano, M. & Gauvreau, K. (2018). *Principles of biostatistics*. Florida: CRC Press.
- Palacios, F. J. P. & García, N. (1999). Educación ambiental y medios de comunicación. *Comunicar*, 12, 149-155.
- Proulx, R. (2007). Ecological complexity for unifying ecological theory across scales: A field ecologist's perspective. *Ecological complexity*, 4 (3), 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2007.03.003>
- Rees, M. (2004). *Nuestra hora final*. Barcelona: Ed. Crítica.
- Reichman, O. J., Jones, M. B. & Schildhauer, M. P. (2011). Challenges and opportunities of open data in ecology. *Science*, 331 (6018), 703-705. doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1197962>
- Rennie, L. J., Feher, E., Dierking, L. D. & Falk, J. H. (2003). Toward an agenda for advancing research on science learning in out of school settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (2), 112-120. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.10067>



- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E., Timothy, M. L., Scheffer, M., Folke, C., Schellhuber, H. J., Nykcist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. & Foley, J. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society*, 14(2). Retrieved from [goo.gl/cYfs2c](http://goo.gl/cYfs2c)
- Sanhueza, E. (2010). Manipulación del antropoceno con geoingeniería. *Interciencia*, 35 (5), 318.
- Scheffer, M., Westley, F., Brock, W. A. & Holmgren, M. (2002). Linking theories from ecology, economy, and sociology. In Island Press (Eds.), *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems* (pp. 195). USA: Washington DC.
- Stock, A. (2012). *El cambio climático desde una perspectiva de género*. Fundación Friedrich Ebert. FES-ILDIS. Quito, Ecuador.
- Suding, K. N., Hobbs, R. J. (2009). Threshold models in restoration and conservation: a developing framework. *Trends in ecology & evolution*, 24 (5), 271-279. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.11.012>
- Vilches, A. & Gil-Pérez, D. (2014). Ciencia de la Sostenibilidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las ciencias*, 11 (3), 436-438. Recuperado de [goo.gl/kbGkLD](http://goo.gl/kbGkLD)
- Vitousek, P. M. (1994). Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*, 75 (7), 1861-1876. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/1941591>



## ANEXO 1: MODELO DEL CUESTIONARIO REALIZADO

1) Preguntas de sesgo:

Género:  Masculino             Femenino

Nivel Académico:  Graduado         Máster         Doctor

Disciplina Académica:

Ciencias Ciencias de la Salud Ciencias Sociales Humanidades

2) Cuestionario dicotómico sobre el cambio climático como problemática ambiental. Responda si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F) para usted:

<b>Pregunta</b>		<b>V</b>	<b>F</b>
1	El cambio climático conforma actualmente la principal amenaza para la supervivencia de la especie humana.		
2	La causa principal del cambio climático es la actividad antrópica.		
3	La especie humana es un agente perturbador externo de los sistemas naturales.		
4	El cambio global está conformado por ocho dimensiones distintas.		
5	De las dimensiones que conforman el cambio global, el cambio climático es el factor que ha visto sobrepasados sus límites en mayor medida.		
6	El cambio climático es el impulsor directo de cambio más importante del cambio global.		
7	Las dinámicas de los sistemas ecológicos son frecuentemente lineales y predecibles.		
8	Una adecuada gestión frente a problemas ambientales debe centrarse en actuar en las consecuencias de dicha problemática.		
9	El aporte de servicios ecosistémicos por parte de la naturaleza hacia la sociedad está inalterado, siendo sostenible a largo plazo.		
10	Para enfrentarse a desafíos ecológicos es más importante obtener sistemas resistentes que resilientes.		
11	A menudo los problemas ecológicos presentan una dimensión social y económica asociadas.		
12	El concepto de Gobernanza Adaptativa tiene en cuenta solamente la dimensión ambiental y social para gestionar los impactos ambientales.		