

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL AGUA: LO QUE PIENSAN LOS UNIVERSITARIOS

FERNÁNDEZ FERRER, GRACIA¹; GONZÁLEZ GARCÍA, FRANCISCO² y MOLINA GONZÁLEZ, JOSÉ LUIS³

¹ Profesora de primer ciclo de Secundaria de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza. Diplomada en Magisterio. Licenciada en Ciencias Geológicas. Doctora por la Universidad de Granada

² Profesor de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada. Licenciado en Ciencias Biológicas. Licenciado en Sociología. Doctor por la Universidad de Granada

³ Investigador Juan de la Cierva del Instituto de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente. Licenciado Ciencias Ambientales. Diplomado en Hidrogeología. Doctor por la Universidad de Granada

gferrer@correo.ugr.es

pagoga@ugr.es

josluismol@gmail.com

Resumen. Este trabajo muestra los esquemas de conocimiento de los universitarios sobre el cambio climático y su relación con el agua, con el fin de obtener elementos de reflexión que permitan mejorar las futuras actuaciones del profesorado. En general, se detecta un exiguo pensamiento crítico, junto con un conocimiento bastante superficial de la problemática objeto de estudio.

Palabras clave. Cambio climático, agua, pensamiento crítico, universitarios, esquemas de conocimiento.

Climate change and water: what university students think

Summary. This work shows the knowledge schemes of university students on the Climate Change and its relation to water. It aims to obtain elements of reflection for teachers, which allows improving their future activities. In an overall view, an exiguous critical thinking is strongly detected, together with a superficial knowledge of the problematic study object.

Keywords. Climate Change, water, critical thinking, university students, knowledge schemes.

INTRODUCCIÓN

El primero en pensar en el clima de la Tierra en su conjunto fue el literato Johann Wolfgang Goethe (en 1821, en su novela *Los años de viaje de Wilhelm Meister*), pudiendo ser considerado el padre de la moderna idea de cambio global (Anguita, 2005). No es hasta el siglo XIX cuando los científicos empiezan a buscar en el registro geológico hallazgos sobre variaciones climáticas, y con ello las propuestas teóricas de sus posibles causas, tales como las fluctuaciones de la excentricidad, inclinación y cabeceo del eje de rotación de la Tierra, la distribución de tierras y mares, el vulcanismo, la fotosíntesis o las variaciones en la composición atmosférica (Centeno y Moya-Palomares, 2005). De este modo, la paleoclimato-

logía va demostrando que el clima es un sistema dinámico que varía a lo largo del tiempo (Uriarte, 2003), siendo por ello que la idea de cambio climático (en adelante lo abreviaremos como CC) no constituye en sí una novedad en la larga historia del planeta.

El panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), que es la agencia especializada del CC creada en 1988 por las Naciones Unidas, define el CC como «el cambio en los valores medios y/o en la variabilidad de las propiedades del clima, identificados por tratamientos estadísticos, debiendo persistir estas desviaciones durante períodos extensos y continuados de tiempo,

generalmente décadas o más». Según esta agencia, fuente internacional de referencia, el calentamiento del sistema climático es inequívoco, como lo muestra el aumento observado del promedio mundial de las temperaturas (entre 0,4 y 0,8 °C) desde mediados del siglo xx (Llebot, 2009).

Por otro lado, hablar actualmente de CC implica hablar impropriadamente de calentamiento global, sin que se tenga en cuenta que el primero puede englobar tanto un calentamiento como un enfriamiento o glaciación. De hecho, a escala geológica estamos actualmente en una glaciación, definida como período de la historia terrestre en la que hay glaciares a nivel del mar, como ahora ocurre en la Antártida, Groenlandia, Alaska o la Tierra de Fuego (Centeno y Moya-Palomares, 2005), debiéndose esperar un nuevo avance de los hielos dentro de un máximo de no mucho más de 4.000 años (Anguita, 2005). No obstante, la problemática a escala humana actual es la posibilidad anunciada por el IPCC de la muy probable influencia antropogénica en el CC detectado en los últimos años por el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI).

MARCO CIENTÍFICO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS CONSECUENCIAS EN EL AGUA

El IPCC realiza estimaciones de la evolución futura de diversas variables (como las emisiones de dióxido de carbono), que constituyen los datos de partida para los modelos de circulación general (GCM) que proporcionan escenarios climáticos. Los GCM trabajan con una resolución espacial horizontal muy grosera (de unos cientos de kilómetros). En las últimas décadas los científicos han trabajado técnicas de regionalización o «downscaling» (dinámico y estadístico) para convertir las variaciones del clima en resultados a escala regional. En este sentido, se han desarrollado en Europa proyectos como EMSEMBLES (Hewitt y Griggs, 2004) y PRUDENCE (Christensen et al., 2007) y en España la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC, 2006), con la coordinación general de la Oficina Española del Cambio Climático y en colaboración con la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) y la Fundación para la Investigación del Clima, también ha trabajado en la generación de escenarios climáticos regionalizados para la geografía española a lo largo del siglo XXI.

Por su parte, el informe «Clima en España: Pasado, presente y futuro» sintetiza y evalúa la información existente sobre los aspectos físicos del CC reciente y de otros que afectaron a la Península Ibérica en el pasado, para poder anticipar los impactos de futuros cambios a distintas escalas temporales (Pérez y otros, 2010).

A pesar de lo anterior, se ha prestado escasa atención a los impactos del CC en los sistemas de recursos hídricos (Fowler et al., 2007), aunque el IPCC en 2008 preparó un documento técnico sobre esta temática (Bates et al., 2008). Según este documento los cambios en el agua más importantes previstos hasta el 2099 pueden ser los siguientes:

- Muy probable aumento de la cantidad e intensidad de precipitación en las regiones tropicales y latitudes altas, y disminución en latitudes medias (con el consiguiente aumento o disminución de la escorrentía fluvial y aumento del riesgo de inundaciones y sequías).

- Disminución de la cubierta de hielo en el hemisferio norte.

- Subida del nivel del mar en orden de 0,18 a 0,59 m (causado por la dilatación térmica como componente más importante, con una contribución del 70-75%, y por el deshielo).

- Aumento de la evaporación (aunque la humedad relativa se mantendría constante), no estando claro el efecto que supondrá el aumento de dióxido de carbono atmosférico en las plantas, por lo que hay pocos datos de la transpiración, que pueden aumentar o disminuir.

En España el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX coordina los trabajos de evaluación del impacto del CC sobre los recursos hídricos (Ruiz-García, 1999). En el Libro Blanco del Agua (Ministerio de Medio Ambiente, 2000) y en la documentación técnica del Plan Hidrológico Nacional (Ley 10/2001, de 5 de julio), el CEDEX incorporó unas primeras estimaciones del impacto potencial del CC en los recursos hídricos y en las demandas de agua de riego en determinadas regiones de España.

Hasta ahora la mayoría de los estudios en la literatura se han centrado en los impactos del CC en los recursos superficiales, siendo muchos menos los dedicados a determinar la sensibilidad de los sistemas de aguas subterráneas y relación río-acuífero (Roosmalen et al., 2007). Sin embargo, los cambios previstos en la temperatura y las precipitaciones pueden producir importantes alteraciones de la recarga a los acuíferos (Jyrkama y Sykes, 2007; Bates et al., 2008; Pernia y Fornes, 2008; Molina et al., 2009) que llevarán asociadas variaciones en el nivel freático y, por tanto, en la disponibilidad de recursos, en la relación río-acuífero, en los costes de bombeo y en la contaminación de las aguas subterráneas.

Por otro lado, el estudio de las implicaciones del CC debe tener en cuenta las variaciones que se producirán en la demanda, sujetas a escenarios socioeconómicos, y no sólo en la oferta de recursos. Vorosmarty y otros (2000) argumentan que el impacto de los incrementos en demandas superará con creces al motivado por el del calentamiento global de los sistemas de agua para al año 2025. En este sentido, el nuevo Reglamento de Planificación Hidrológica (R.D. 907/2007) y los Planes Hidrológicos de Cuenca (PHC) evaluarán el posible efecto del CC sobre los recursos naturales, incluyendo el balance entre recursos disponibles y demandas para el horizonte temporal de 2027, aunque aún está por adaptar al horizonte de planificación hidrológica (PNACC, 2008).

En síntesis, se puede decir que existe un cierto grado de incertidumbre, así como lagunas tanto en términos de observación como en necesidades de investigación en relación con el CC y el agua (Bates et al., 2008). No obstante, también se percibe un importante grado de preocupación a nivel

internacional y nacional sobre el tema, y en consecuencia se están desarrollando un gran número de investigaciones que van arrojando un cuerpo sólido de información base.

PERCEPCIÓN SOCIAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El CC y sus consecuencias es una temática de actualidad, divulgada diariamente en los medios de comunicación de masas, conocida e identificada como una de las preocupaciones de la ciudadanía. Así lo demuestran diferentes estudios como el informe presentado por la European Commission (2009), en el que se considera el segundo problema más grave que tiene hoy el mundo después de la pobreza, falta de alimento y agua. En concreto, la submuestra española está algo por debajo de la media en cuanto a sus creencias de la importancia del CC, lo que contrasta con los resultados ofrecidos por el mismo organismo en 2005, donde era la que se declaraba más preocupada por este problema.

Otros estudios como el Eurobarómetro de Andalucía (IESA-CSIC, 2007), CIS (2007), el informe de la Fundación BBVA (2008), en la demoscopia autonómica realizada en el marco del Proyecto Fénix (Meira, 2008) o el estudio de la Fundación Mapfre (Meira et al., 2009), también muestran estos resultados, existiendo lo que denominan Meira y Arto (2008) una «saturación de la creencia en la existencia del calentamiento de la Tierra». Por su parte, Oltra y otros (2008) añaden que existe cierto desconocimiento sobre las emisiones de dióxido de carbono.

No obstante esa preocupación, en muchos casos, puede no estar ligada a una fundamentación científica del problema. Según Aguado (2007), «existe un conjunto de rumores, bulos e hipótesis que unas veces están plenamente justificados y otras carecen de cualquier base científica». En el mismo sentido, Martín-Vide (2002, 2006 y 2008) propone un decálogo del cambio climático, compuesto por diez afirmaciones y diez argumentos falsos, que ven el problema desde diferentes vertientes, tales como la climatológica, química, psicológica y periodística. Por otro lado, estudios como el Eurobarómetro de Andalucía (IESA-CSIC, 2007) muestran la dificultad de la población para definir lo que es el CC, sus causas y consecuencias.

Los medios de comunicación de masas son los que mayor peso tienen como mediadores o interlocutores entre el conocimiento científico sobre el CC y la población española, según muestra el estudio de la Fundación Mapfre (Meira et al., 2009). En dicho estudio se plantea, como actividad más señalada, el visionado de películas y documentales, seguida de la lectura o consulta de alguna guía de ahorro energético, de lo que se desprende que la representación del CC en la sociedad se está construyendo más en y desde los medios de comunicación que en y desde la ciudadanía.

Para ayudar a la tarea informativa de los profesionales de la comunicación de masas, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ha impulsado una

guía, cuya elaboración ha sido encomendada a la Agencia Efe, donde pueden encontrar información básica para su tarea de informar a la población con el máximo rigor en relación con los procesos de negociación ambiental internacional sobre el clima (Larena, 2009).

En el artículo 6 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 1996, se planteó la necesidad de elaborar y aplicar programas de educación y sensibilización del público sobre el CC y sus efectos. En compromiso con ello, la Oficina Española de Cambio Climático trabaja para facilitar, intercambiar y difundir información que contribuya a la sensibilización de los ciudadanos en asunto de tanta relevancia ambiental como es el CC y desarrolla las actividades de información, formación y sensibilización en colaboración con el Centro Nacional de Educación Ambiental.

Entre las acciones de divulgación pública se han tomado distintas iniciativas como la producción de materiales divulgativos o puesta en marcha de programas de sensibilización. Entre estas acciones se pueden mencionar el proyecto europeo Acción Educativa por el Clima (Clarity), Programa «Cambio climático: actúa con energía», o la iniciativa Cero CO₂.

En educación primaria y secundaria se han emprendido iniciativas como el Programa Hogares Verdes, Proyecto de Educación Ambiental Climantia (<http://climantica.org/climanticaFront/es/page/Weblog>), Programa Kioto Educa (<http://www.kiotoeduca.org/>), Proyecto Actúa con Energía (<http://www.actuaconenergia.org/>), Programa solidarízate (<http://www.solidarizate.org/>) o el Proyecto de medio ambiente Berde, Berdea (<http://www.berdeberdea.net/fase3/cas>).

No obstante, la temática del clima no es un objeto de conocimiento desprovisto de dificultades para su percepción y comprensión en los estratos generales de la población. Meira (2008) plantea que «existen barreras de representación social del CC, tales como su carácter contraintuitivo, relativo a que la capacidad sensorial del ser humano es incapaz de captar cambios a escala de decenios, por lo que no puede percibir el cambio del clima». Lo que sí percibe es el tiempo atmosférico y, dada la información que ya circula sobre el CC, la población tiende a interpretar las anomalías del tiempo como evidencias del cambio climático. Otras barreras son la dificultad para entender la atmósfera como sistema frágil, o para percibir las relaciones causa-efecto entre nuestras acciones, individuales y colectivas, y sus consecuencias en el CC.

OBJETIVOS

La percepción de los problemas ambientales por los estudiantes ha sido objeto de estudio de diferentes investigaciones como Tábara (2001), Jiménez y Agrasso (2003), Castells y Morell (2004), Gil (2004), Jaén y Martínez (2006), Jaén y Barbudo (2010) y Perales (2010). En general muestran una importante sensibilidad por los problemas ambientales en cuanto a contaminación y degradación del

medio, pero no tanto en la conservación de los recursos. Por otro lado, no hemos detectado estudios concretos centrados exclusivamente en las reflexiones que hacen los estudiantes de la incidencia del CC en el agua del planeta.

La finalidad del presente estudio consiste en mostrar elementos de reflexión sobre cómo está llegando la información relativa al CC a un sector de la población española concreto, como son los universitarios que cursan disciplinas de ciencias o bien se forman para ser futuros docentes. Ambos colectivos deberían ser bastante sensibles a las cuestiones ambientales debido al importante papel social que desarrollarán, ya sea como científicos o como docentes. En concreto, nos planteamos los siguientes **interrogantes**: ¿Aceptan los universitarios estudiados la influencia antrópica en el CC? En caso afirmativo, ¿esta influencia afecta a los recursos hídricos? Y en su caso, ¿qué aspectos o reservorios de los recursos hídricos son los afectados?

MÉTODO DE ESTUDIO

El estudio se realizó durante el curso 2008/09 a una muestra de 506 estudiantes de la Universidad de Granada (España). El reparto por carreras, cursos o ciclos fue el siguiente: 2º curso de Magisterio Educación Primaria (187 casos), Ciencias Biológicas (141 casos repartidos equitativamente entre primer y segundo ciclo), Ciencias Ambientales (100 casos, de los que 63 son del primer ciclo), Ciencias Geológicas (41 casos de los que 26 son del primer ciclo), Ciencias Químicas (15 casos de distintos cursos) e Ingeniería de Caminos (22 casos de primer curso).

La selección de la muestra se hizo según dos criterios. El primero fue la tendencia de los casos a una futura dedicación a la docencia, que pudimos detectar por estar cursando, en el momento de aplicación del cuestionario, la asignatura de Didáctica de la Biología y Geología, en el caso de estudiantes de Biológicas, Ambientales, Geológicas o Químicas, o por proceder de Magisterio. El segundo fue la procedencia de carreras científicas, para los que consideramos obvio que pudieran hacer un balance acertado de la temática.

A la muestra se le planteó un cuestionario de 20 tareas de respuesta abierta o cerrada, relativo a sus esquemas de conocimiento respecto al agua subterránea y ciclo del agua en general. En su construcción se confeccionaron dos cuestionarios previos, que se ensayaron con 59 estudiantes de secundaria, bachillerato y universidad. Su cumplimentación, tanto en la fase previa de validación, como en la de aplicación definitiva, se realizó durante el desarrollo de las clases de profesores que se prestaron a colaborar.

En el presente trabajo se exponen los resultados de una de las tareas planteadas. En la misma, debieron responder razonadamente al siguiente interrogante: *¿Cómo puede influir el cambio climático, provocado por la acción humana, en la cantidad de agua sobre el planeta?* El análisis de las respuestas se hizo mediante una rejilla abierta, realizando una clasificación por montones. El procedimiento consiste en ir definiendo categorías en

función de las variables establecidas de estudio y de los diferentes datos, de tal modo que todos puedan ser clasificados, procedimiento habitual cuando no hay datos previos e interesa una descripción amplia de la situación (Weil-Barais y Corrover, 1993).

Las variables de estudio responden a los interrogantes planteados en la presente investigación, y son las siguientes:

– Variable 1. «Influencia antrópica en el CC»: refiere la admisión o no de la implicación del ser humano en el proceso, las contestaciones descontextualizadas que no tienen relación con la pregunta planteada o las ausencias de respuesta a la misma.

– Variable 2. «Consecuencias en el agua»: describe la inducción de posibles consecuencias, ya sea sobre algún reservorio de agua en la naturaleza, proceso meteorológico u otros.

– Variable 3. «Consecuencias sobre el agua subterránea»: contrasta si hacen alusiones o no al agua del medio subterráneo.

Para comprobar la posible dependencia significativa entre las variables de estudio y la procedencia de una carrera determinada, se aplicó la prueba estadística Chi-cuadrado (χ^2) con un N.S. del 5%, ayudados del programa informático SPSS15. Por constituir un número muy reducido en cantidad, para este estudio se reunieron los casos de las carreras de Químicas e Ingeniería en la categoría descriptiva Otra.

RESULTADOS

Variable 1. Las categorías, frecuencia y porcentaje se recogen en la tabla 1, donde se aprecia que la mayoría de los universitarios aceptaron la influencia del ser humano en el CC, de lo que además podemos deducir que, en concordancia con los estudios y encuestas comentadas en la introducción, una gran mayoría conocía la existencia del mismo. No obstante, se ha de tener en cuenta que en la cuestión planteada ya se afirma que existe una influencia antrópica en el CC, por lo que la tendencia descrita puede estar vinculada a la aceptación sin más de la afirmación camuflada en la cuestión, y no tanto a una convicción firme.

Tabla1

Frecuencias y porcentajes de las categorías de la variable 1 sobre la influencia antropogénica del cambio climático.

CATEGORÍAS DE LA VARIABLE 1 «INFLUENCIA ANTRÓPICA EN EL CAMBIO CLIMÁTICO»	FRECUENCIA (PORCENTAJE)
Sí existe el cambio climático antropogénico	376 (74,3)
No existe el cambio climático antropogénico	8 (1,6)
Contestaciones descontextualizadas	71 (14,0)
No contestan a la cuestión o no saben	51 (10,1)
Total	506 (100)

Por su parte, al estudiar si existe una dependencia estadísticamente significativa entre decantarse por la existencia del CC antropogénico o por cualquiera del resto de categorías de la variable 1 y proceder de una carrera universitaria determinada, se obtuvo un valor de χ^2 igual a 52,721, con 4 g.l., superior al teórico que para un nivel de confianza del 5% nos llevó a aceptar tal relación. Esto puede contrarrestar, en parte, la premisa expuesta anteriormente, relativa al posible sesgo de validez de la cuestión, al tiempo de poder decir que los estudiantes de Magisterio de la muestra tienen mayor tendencia a omitir la respuesta, no saber contestar o a hacerlo de modo descontextualizado.

Un grupo importante de casos dieron contestaciones clasificadas como descontextualizadas por no aludir a consecuencias directas del CC en el agua. Ejemplos característicos de esta categoría son los siguientes:

- «El hombre, al no haber tantas precipitaciones, utiliza agua, la cual está reservada para otros usos y no para que el hombre la utilice, por ejemplo para regar un cultivo si no llueve».
- «Negativamente, ya que el hombre hace un mal uso del agua, afectando al ciclo hidrológico».
- «Ya que la población ha ido aumentando y sus hábitos

de aseo también. Se ha ido edificando en sitios costeros quitándole terreno al mar».

- «Los humanos gastamos grandes cantidades de agua que se pierden, tontamente. Si dejamos abierto un grifo éste perderá mucha agua y de ahí que nos llamemos despilfarradores».

Por otro lado, a los dos grupos de casos clasificados en las categorías de contestaciones descontextualizadas y de omisión de respuesta o no saber contestar, también se les aplicó por separado la prueba χ^2 , para comprobar la posible dependencia estadística con la procedencia de una determinada carrera. Se obtuvieron, de este modo, los valores de 36,779 y 34,616 respectivamente, ambas con g.l. 4, los cuales para un nivel de confianza del 5% son superiores al valor teórico, por lo que se confirmó tal relación.

La tabla 3 muestra cómo los estudiantes de Magisterio tienen tendencia superior al resto de carreras a dar contestaciones descontextualizadas. Hecho que también se observa, en la tabla 4, con el mismo grupo de universitarios para omitir la respuesta o decir no saber contestar. Esto último, al mismo tiempo, secundado por los estudiantes de Biológicas, lo que nos lleva a pensar en un efectivo desconocimiento del CC y sus consecuencias, más que en otras posibilidades, como la deficiente lectura e interpretación de la cuestión o simples contestaciones ad hoc para salir del paso.

Tabla 2

Correlación entre las categorías Sí existe el CC/Resto * Carrera. Leyenda: Resto: agrupamiento de las categorías «omisión de respuesta o no saber contestar» y «descontextualizadas»; Otra: todos los casos de Química e Ingeniería; F: frecuencia; %: porcentaje.

	BIOLÓGICAS	AMBIENTALES	GEOLÓGICAS	MAGISTERIO	OTRA	TOTAL
RESTO F (%)	23 (17,7)	10 (7,7)	11 (8,5)	81 (62,3)	5 (3,8)	130 (100)
SÍ EXISTE CC F (%)	118 (31,4)	90 (23,9)	30 (8,0)	106 (28,2)	32 (8,5)	376 (100)
TOTAL F (%)	141 (27,9)	100 (19,8)	41 (8,1)	187 (37,0)	37 (7,3)	506 (100)

Tabla 3

Correlación entre las categorías Contestaciones descontextualizadas/Resto * Carrera. Leyenda: Resto: agrupamiento de categorías «Sí aceptar el CC antropogénico», «No contestar o no saber» y «No existe el CC»; Descctx: contestación descontextualizada; F: frecuencia; %: porcentaje.

	BIOLÓGICAS	AMBIENTALES	GEOLÓGICAS	MAGISTERIO	OTRA	TOTAL
DESCCTX F (%)	22 (31,0)	2 (2,8)	2 (2,8)	45 (63,4)	0 (0)	71 (100)
RESTO F (%)	119 (27,4)	98 (22,5)	39 (9,0)	142 (32,6)	142 (32,6)	435 (100)
TOTAL F (%)	141 (27,9)	100 (19,8)	41 (8,1)	187 (37,0)	37 (7,3)	506 (100)

Tabla 4

Correlación entre las categorías Contestar o no a la cuestión/Resto *Carrera. Leyenda: F: frecuencia; %: porcentaje.

	BIOLÓGICAS	AMBIENTALES	GEOLÓGICAS	MAGISTERIO	OTRA	TOTAL
SÍ CONTESTA F (%)	140 (30,8)	92 (20,2)	40 (8,8)	151 (33,2)	32 (7,0)	455 (100)
NO CONTESTA F (%)	1 (2,0)	8 (15,7)	1 (2,0)	36 (70,6)	5 (9,8)	51 (100)
TOTAL F (%)	141 (27,9)	100 (19,8)	41 (8,1)	187 (37,0)	37 (7,3)	506 (100)

Tabla 5

Frecuencias y porcentajes de las categorías de la variable 2, sobre las consecuencias del CC en los recursos hídricos.

CATEGORÍAS DE LA VARIABLE 2 «CONSECUENCIAS EN LOS RECURSOS HÍDRICOS»	FRECUENCIA (PORCENTAJE)
Deshielo de polos y glaciares	173 (46,0)
Cambios en las precipitaciones	62 (16,5)
Cambios en la cantidad de agua en general	39 (10,4)
Aumento de la evaporación	38 (10,1)
Cambios en la distribución y estado del agua	36 (9,6)
Otros (contaminación, catástrofes, etc.)	28 (7,4)
Total	376 (100)

Por último, se detectó un grupo (que podemos considerar excepcional, al coincidir únicamente con ocho registros del total), que mantuvo una postura escéptica al mostrar abiertamente la inexistencia de un CC antropogénico. Registros característicos de esta categoría son los siguientes:

– «Es que el cambio climático provocado por la acción humana es despreciable y no influye casi en la cantidad de agua».

– «El cambio climático no existe. Es un proceso natural de la Tierra como consecuencia de muchísimos factores, mucho más importantes que el hombre. Es un negocio del que ya hay mucha gente viviendo, y más que habrá mientras la gente siga tan ciega».

– «No creo en el cambio climático».

Curiosamente todos estos casos, que se decantaron por esta postura escéptica, son estudiantes de Geológicas. Al aplicar la prueba χ^2 para la posibilidad de estudiar Geológicas y no creer en el CC antropogénico, se obtuvo un valor de 92,189 para un grado de libertad, que es muy superior al teórico. De este modo, podemos decir que existe una tendencia estadísticamente significativa a que estudiantes de esta carrera de la muestra no crean en el CC antropogénico, quizá asociado a su visión de CC a escala temporal mayor y relacionado con fenómenos na-

turales, tal y como han podido estudiar en los contenidos de Geología Histórica.

Variable 2. Los casos que sí admiten la posibilidad del efecto antrópico en el CC a su vez argumentan consecuencias sobre los recursos hídricos que, como se comentó, son analizadas con la variable 2. Las categorías resultantes, junto a su frecuencia y porcentaje, se recogen en la tabla 5.

La consecuencia antrópica, que mayoritariamente reseñaron los casos, fue el deshielo de polos y glaciares. Estos casos generalmente añadieron otros procesos asociados al deshielo, como la subida o bajada del nivel del mar o el aumento de la cantidad de agua salada en detrimento del agua dulce, como se muestra en los registros siguientes:

– «El cambio climático está produciendo un aumento de la temperatura global del planeta, lo que da lugar al deshielo de los polos, lo que provoca un aumento del agua del mar».

– «Puede influir en la bajada del nivel del mar y de los pantanos y ríos. Esta bajada provocaría la muerte de muchas especies que dependen directa o indirectamente de ella».

– «Al elevarse las temperaturas, el nivel del mar aumenta por deshielo de los glaciares. Por lo que aumentará el agua salada con una disminución de la dulce».

Otros casos hacen mención expresa del deshielo que se produce en la Antártida, aunque según estudios del IPCC (2007) no hay pruebas de este proceso en ese lugar.

– «Se derretiría el hielo de la Antártida, subiendo el nivel del mar, lo que afectaría a las ciudades costeras».

Algunos casos introdujeron concepciones poco claras o catastrofistas, como la desecación del Planeta o la desaparición de la superficie terrestre bajo las aguas marinas, como se muestra a continuación:

– «De forma negativa, ya que con la contaminación estamos provocando este cambio climático y como consecuencia nuestro planeta se está secando, al igual que la Antártida, el continente helado se está derritiendo».

– «Pueden pasar efectos devastadores debido al deshielo de los polos y su consecuente aumento del nivel del mar que da lugar a la desaparición prolongada de la superficie terrestre».

Entre los casos que mencionaron cambios en las precipitaciones se observó una dualidad de respuestas, entre los que defendieron una disminución en su cantidad y los que señalaron cambios en su distribución espacial o temporal. Registros significativos son los siguientes:

– «Que llueve menos, y por tanto, el ciclo hidrológico se verá afectado». «Que haya menos lluvias y los embalses no cuenten con tanta agua».

– «Puede influir de forma negativa provocando inundaciones en determinadas partes del mismo, sequías en otras zonas, etc., y todo por culpa de la imprudencia y el despilfarro».

– «El cambio climático puede provocar una acotación de los meses de lluvia causando períodos largos de sequía y, al contrario, provocando grandes lluvias que conllevan a inundaciones. Las reservas del planeta se agotan al haber tanta sequía y pérdida del agua por las inundaciones».

Entre las reseñas a la cantidad de agua se observaron tendencias variopintas, que van desde su agotamiento total hasta una influencia nula, junto a otras que indican su aumento o disminución conjunta o únicamente su disminución. Registros significativos son los siguientes:

– «En su mal uso y desperdicio. Influye de manera negativa, ya que por lo dicho antes se puede llegar a su agotamiento». «Como he comentado, el ser humano desaprovecha la cantidad de agua, no somos consecuentes, llegará un momento en el que se agotará y no podremos vivir». «Llevando ésta a la desaparición total». «En que ésta desaparezca».

– «Disminuyendo la cantidad de agua». «Influye negativamente, ya que el calentamiento del planeta produce que la cantidad de agua disminuya».

– «Puede aumentar la cantidad de agua o disminuirla».

– «Creo que la cantidad de agua sobre el planeta no variaría con el cambio climático antropológico. Un exceso de calor (por aumento de la temperatura global podría fundir el agua de los Polos, hacer que se evaporase mucha más agua de océanos...pero el agua caería en forma de lluvia de nuevo), no desaparecería»; «De ninguna manera, porque la cantidad de agua no varía»; «Sobre la cantidad de agua no puede influir el ser humano».

Los casos que revelaron un aumento de la evaporación, generalmente añadieron otros fenómenos asociados, como la disminución de agua dulce, la génesis de fenómenos catastróficos, o bien el aumento o disminución de las precipitaciones, tal y como muestran los siguientes registros:

– «Hará que se evapore más agua debido al aumento de temperatura en la tierra, por lo que el mar se volverá más salado, y el agua potable de superficie disminuirá a causa de su evaporación».

– «No se sabe con exactitud. Se cree que con el efecto invernadero aumentará la evaporación de agua marina, lo que provocará trastornos climáticos como huracanes, sequías y otros fenómenos en regiones donde hoy en día no ocurren». «Pues que el agua se irá calentando y llegará un momento en que se evapore y la Tierra se seque, por lo que habrá sequía».

– «De ninguna manera, bueno, cuando haya mucho calor se evapora más agua pero luego cuando llueve lo hace más abundantemente».

– «Puede producir que se evapore el agua, se encuentre en estado de vapor y no se den las condiciones para condensar y precipitar». «El efecto invernadero provoca el aumento de evaporación de agua, la contaminación de ríos disminuye el agua potable, muchas de las emisiones gaseosas impiden la condensación del agua para precipitación».

En cuanto a la distribución y estado del agua, algunos casos destacables refieren lo siguiente:

– «Puede influir en la cantidad de los compartimentos en los cuales está repartida (atmósfera, geosfera e hidrosfera), pero no se puede perder agua dado que la cantidad no varía»; «El cambio climático no influye en la cantidad de agua sobre el planeta, lo que ocurre es que debido a ello el agua está pasando de un estado a otro (hielo-líquido). La cantidad siempre es la misma»; «Influye de modo que trastorna y cambia los rumbos y diferentes localizaciones y estados del agua; sus acciones pueden ser perjudiciales para unos y beneficiosas para otras».

Los argumentos clasificados en la categoría «Otros» agrupa razonamientos no incluidos en las anteriores categorías y que por el pequeño número de casos que los usan no son incluidos en una categoría propia. Recogen referencias a la contaminación del agua, a catástrofes naturales, o a aspectos negativos sobre la humanidad. Citamos algunos:

– «Afecta en que nos podemos encontrar el agua sucia, sin poder usarla»; «A la contaminación de ésta; habien-

do menor cantidad para su consumo»; «Puede hacer que se contaminen muchas aguas que podrían ser utilizadas para el consumo humano»; «Creo que en cantidad nada, sí en contaminación. El agua es un recurso renovable y se recicla».

– «Negativamente, ya que al expulsar contaminación a la atmósfera hace que se produzcan cambios en los fenómenos naturales, como tsunamis, huracanes... en definitiva, catástrofes naturales»; «El cambio climático de origen antropológico afecta a la cantidad de agua sobre el planeta, debido a los sucesivos cambios que produce en el clima dando lugar a una agravación de catástrofes y periodicidad de éstas».

– «La influencia es negativa debido a los gases tóxicos, efecto invernadero, contaminación... esto ha hecho posible el deterioro de la capa de ozono haciendo así que las temperaturas aumenten»; «Negativamente, si se usa, como es ahora, de una manera incontrolable»; «Si seguimos explotando este recurso las influencias serán bastante negativas para el ser humano».

La tabla 6 muestra un análisis comparativo de las categorías de la variable 2 con las diferentes carreras. Se observa que en todas las carreras hay casos que se decantan por alguna de las categorías, no habiendo una relación estadísticamente significativa entre dar una contestación u otra y pertenecer a una determinada carrera, según hemos observado al aplicar la prueba χ^2 .

Variable 3. En cuanto a la variable de estudio 3, relativa a la posible influencia del CC sobre el agua subterránea, se detectaron únicamente dos casos que hicieron alusiones a la problemática de la posible intrusión marina tras la subida del nivel del mar. Estos registros son los siguientes:

– «Aumento del nivel del mar y aumento de la intrusión marina». «En principio haciendo subir el nivel del mar,

así el agua salada puede penetrar en los acuíferos salinizándolos y dejándolos inservibles. Se evaporaría más cantidad de agua debido a las elevadas temperaturas pero sería más difícil que se condensara y cuando lloviese sería catastrófico».

Un dato destacable es que estos casos proceden de Ciencias Geológicas, lo que no podemos asociar únicamente a la posibilidad de haber cursado la materia de Hidrogeología, debido a que la misma también es cursada por los estudiantes de Ambientales, y éstos no mencionan esta temática.

DISCUSIÓN E IMPLICACIONES PARA LOS FORMADORES

Pensamos que las expectativas del presente estudio, quedan cubiertas al mostrar algunos elementos de reflexión de cómo está llegando la información del CC a un sector concreto de la población, como es el universitario. No obstante, somos conscientes del problema de validez que supone la utilización de un solo ítem, por lo que sería de interés profundizar en esta temática en futuras investigaciones.

En relación con los interrogantes planteados inicialmente, hemos constatado, en primer lugar, que el CC es conocido por una amplia mayoría de la muestra de universitarios estudiados, coincidiendo con estudios previos que inciden sobre otros sectores de la población. Además, el origen de este fenómeno es considerado como antrópico o antropogénico, por la gran mayoría, idea que concuerda con la definición de CC acuñada en 1991 durante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (el conocido como Protocolo de Kioto), donde se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana. Dado que la problemática del CC comenzó a ser divulgada a la población en general, a raíz de esta

Tabla 6

Análisis comparativo de las categorías de la variable 2 con pertenecer a una determinada carrera. Leyenda: C. Agua: cantidad de agua; Dist. y Est.: distribución y estado del agua; F: frecuencia; %: porcentaje.

	BIOLOGICAS	AMBIENTALES	GEOLÓGICAS	MAGISTERIO	OTRA	TOTAL
DESHELO F (%)	56 (32,4)	49 (28,3)	15 (8,7)	33 (19,1)	20 (11,6)	173 (100)
PRECIPITACIÓN F (%)	20 (32,3)	15 (24,2)	1 (1,6)	24 (38,7)	2 (3,2)	62 (100)
C. AGUA F (%)	8 (20,5)	4 (10,3)	3 (7,7)	20 (51,3)	4 (10,3)	39 (100)
EVAPORACIÓN F (%)	10 (26,3)	9 (23,7)	7 (18,4)	10 (26,3)	2 (5,3)	38 (100)
DIST. Y EST. F (%)	22 (61,1)	4 (11,1)	3 (8,3)	6 (16,7)	1 (2,8)	36 (100)
OTROS F (%)	2 (7,1)	9 (32,1)	1 (3,6)	13 (46,4)	3 (10,7)	28 (100)
TOTAL	118 (31,4)	90 (23,9)	30 (8,0)	106 (28,2)	32 (8,5)	376 (100)

conferencia internacional y los siguientes encuentros o cumbres políticas de este tipo, no resultan extraños estos resultados entre la población en general, e incluso entre estudiantes universitarios con una menor formación en disciplinas científicas, como es el caso de los estudiantes de Magisterio (educación primaria), que en un 90% de los casos procedían de bachillerato de humanidades.

Por el contrario, sería más de esperar que entre los estudiantes de las licenciaturas de Ciencias encuestados se hubiera dado una mayor discrepancia con el planteamiento inicial (influencia antrópica) o, al menos, se hubiera respondido que el CC puede ser debido tanto a la acción humana como a la variabilidad natural (IPCC, 2007), o que un CC no tiene que equivaler a un calentamiento global. También entre este sector de la población, futuros licenciados en ciencias, parece que son los medios de comunicación su principal fuente de información sobre el CC. En todo caso, nos resulta aún más destacable que en los argumentos dados por los universitarios se aprecia un marcado carácter positivista, no dejando ningún resquicio que pueda ser ocupado por la duda, lo que se aleja bastante de la naturaleza propia de la ciencia (Chalmers, 1997), y en particular ante fenómenos cuyas causas son debatidas dentro de la propia comunidad científica. El propio IPCC utiliza hasta 10 diferentes tramos de probabilidad para expresar la verosimilitud conjeturada de un suceso (desde virtualmente cierto a excepcionalmente improbable), y se expresa en términos de «muy probable» al referir la influencia antrópica en el CC.

Sería deseable que en la formación de licenciados en ciencias, en muchos casos posibles profesores de esas disciplinas en la educación obligatoria, se fomentara la capacidad general de reflexión y, en particular, la necesidad de implementar en el alumnado un pensamiento crítico acorde con el científico.

El hecho de cuestionar profundamente el origen antropogénico del CC aparece muy ligado a ciertas materias cursadas en la licenciatura de Geología. ¿Sólo estos estudiantes pueden cuestionar los habituales titulares de prensa en las sociedades (mal) llamadas del conocimiento? Toharia (2006) afirma que, en la práctica, las sociedades sólo entienden de cuestiones científicas a través de los medios de comunicación.

En segundo lugar y respecto a la posible relación entre el CC y los recursos hídricos del planeta, se ha observado que la consecuencia más citada (casi el 50% de los que contestan a la cuestión y un tercio del total de la muestra) es que el efecto producido por el CC será el deshielo de polos y glaciares. Esta idea, aunque acorde con los pronósticos del Cuarto Informe de Evaluación del Cambio Climático (IPCC, 2007), requiere una matización debido a que se proyecta una reducción de la capa de hielo en Groenlandia, incluso su desaparición; en cambio, en la Antártida, no existe este vaticinio. Esta última idea no es mostrada por ninguno de los estudiantes.

En cuanto a los cambios en las precipitaciones o evapotranspiración, se detectan pocos casos que hagan relaciones acertadas y sí muchos que bajo posturas catastrofistas muestran ideas como «deseccación del planeta», que revelan un profundo desconocimiento del funcionamiento del ciclo del agua.

En relación con las causas, algún universitario asocia el CC a un aumento del dióxido de carbono, pero ninguno de otros GEI de larga permanencia como el metano, óxido nitroso y halocarbonos, que han aumentado considerablemente por efecto de las actividades humanas desde 1950, y cuyo efecto es bien conocido por los científicos. Por otro lado, también se aprecia la tendencia a definir el dióxido de carbono como un gas excesivamente contaminante, sin apreciar que debería ser considerado el «gas de la vida», al permitir el desarrollo de organismos autótrofos, denotando un importante desconocimiento del ciclo del carbono.

De nuevo encontramos respuestas que entran en el marco general del conocimiento de la población pero echamos en falta matizaciones que deberían ser aportadas por estudiantes de disciplinas científicas. En particular, muy pocos casos hacen mención al reservorio subterráneo de la hidrosfera, lo cual podemos considerar en concordancia con otros estudios previos, que muestran el olvido generalizado en estudiantes de diferentes edades y países del agua subterránea dentro del ciclo del agua, dándole una importancia anecdótica (Ben-zvi-Assarf y Orion, 2005; Dickerson y Callahan, 2006; Dickerson et al., 2007; Márquez y Bach, 2007; Fernández-Ferrer, 2009; Fernández-Ferrer y González, 2010a; Fernández-Ferrer y González, 2010b). Este déficit parece muy significativo en estudiantes de Geología y Ambientales.

En síntesis, podemos decir que la problemática sobre el CC es conocida por los universitarios, aunque este conocimiento se aleja bastante del discurso científico actual y parece más ligado al discurso simplificador de los medios de comunicación (Toharia, 1999). El origen de esta situación también pueda encontrarse al ser el CC un problema relativamente reciente y por tanto de incorporación tardía al currículum (Meira et al., 2009) o a la escasa permeabilidad de los programas y profesores universitarios a los problemas socialmente relevantes.

Los resultados de nuestro trabajo nos lleva a manifestar que sería deseable que el profesorado de las disciplinas científicas incidiera en la necesidad de implementar en el alumnado un pensamiento crítico acorde con el científico, que casi parece más o tan necesario como la necesidad de profundizar en la problemática del CC.

Fomentar el desarrollo de ciudadanos mejor informados y con mayor capacidad de tomar decisiones en cuanto a medidas de respeto y cuidado del medio requiere de científicos (licenciados y graduados) y maestros (diplomados y graduados) con mayor capacidad crítica y mejor formación. O bien lo confiamos todo a los titulares de prensa, sin menoscabo de su importancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUADO, J. (2007). *¿Habrá escasez de agua por el cambio climático?* *Madrimasd*, 22(2), en <<http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2007/02/22/59791>>.
- ANGUITA, F. (2005). Las causas de las glaciaciones. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 13(3), pp. 235-241.
- BATES, B.C., KUNDZEWICZ, Z.W., WU, S. y PALUTIKOF, J.P. (2008). *El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra: Secretaría del IPCC.
- BEN-ZVI-ASSARF, O. y ORION, N. (2005). A study of junior high students' perceptions of water cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), pp. 366-373.
- CASTELLS, M. y MORELL, M. (2004). La percepción de los problemas ambientales y la visión de futuro en los jóvenes españoles. *Actas VII Congreso Nacional de Medio Ambiente*. Madrid, en <<http://www.conama.org/documentos/1763.pdf>>.
- CENTENO, J.D. y MOYA-PALOMARES, M.E. (2005). ¿Calentamiento global o glaciación?. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 13(3), pp. 220-229.
- CHALMERS, A. (1997). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.
- CHRISTENSEN, J. H., CARTER, T. R. y RUMMUKAINEN, M. (2007). *Evaluating the performance and utility of regional climate models: the PRUDENCE project*, *Clim. Change*, 81, pp. 1-6.
- CIS (2007). *Estudio n.º 2.682. Ecología y medio ambiente (III)*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- DICKERSON, D.L. y CALLAHAN, T. (2006). Ground water is not a priority. *Ground Water*, 44(3), pp. 323-324.
- DICKERSON, D.L., PENICK, J.E., DAWKINS, K.R. y VAN SICKLE, M. (2007). Groundwater in science education. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1), pp. 45-61.
- EUROPEAN COMMISSION (2009). *Special Eurobarometer 322. Europeans' attitudes towards climate Change*. Bruselas: TNS Opinion & Social, en <http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_300_full_en.pdf>.
- FERNÁNDEZ-FERRER, G. (2009). *El agua subterránea: estudio de esquemas de conocimiento en universitarios y estrategias didácticas para su aprendizaje significativo en estudiantes de secundaria*. Granada: Universidad de Granada, en <<http://0-hera.ugr.es.adrastea.ugr.es/tesisugr/18323406.pdf>>.
- FERNÁNDEZ-FERRER, G. y GONZÁLEZ, F. (2010a). El problema de la descarga del agua subterránea al medio superficial: estudio de esquemas de conocimiento en universitarios. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 24, pp. 153-169, en <http://centros.uv.es/web/departamentos/D90/data/tablonetablon_general/PDF24.pdf>.
- FERNÁNDEZ-FERRER, G. y GONZÁLEZ, F. (2010b). Modelos de localización y funcionamiento del agua subterránea en universitarios de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), pp. 716-736, en <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART12_Vol9_N3.pdf>.
- FOWLER, H.J., BLENKINSOPA, S. y TEBALDIB, D. (2007). Linking climate change modelling to impacts studies: recent advances in downscaling techniques for hydrological modelling. *International Journal of Climatol*, 27, pp. 1547-1578.
- FUNDACIÓN BBVA (2008). *Percepciones y actitudes de los españoles hacia el calentamiento global*. Fundación BBVA: Departamento de Estudios Sociales, en <http://www.fbbva.es/TLFU/dat/presentacion_calentamiento_global.pdf>.
- GIL, E. (2004). *La percepción de los problemas ambientales en Andalucía*. Granada: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- HEWITT, C.D. y GRIGGS, D.J. (2004). *Ensembles-based predictions of climate changes and their impacts*. *Eos, Transact., Amer. Geophys. Un.*, 85, pp. 566-584.
- IESA-CSIC (2007). *Ecobarómetro de Andalucía*. Córdoba: Dirección General de Desarrollo Sostenible e Información Ambiental Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, en <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Educacion_Y_Participacion_Ambiental/Sensibilizacion/Ecobarometro/EBA_2007_Informe_Sintesis.pdf>.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, en Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (eds.). Geneva: IPCC.
- JAÉN, M. y BARBUDO, P. (2010). Evolución de las percepciones medioambientales de los alumnos de educación secundaria en un curso académico. *Revista Eureka Enseñanza Divulgación Científica.*, 7(Extra), pp. 247-259.
- JAÉN, M. y MARTÍNEZ, M.A. (2006). Ante un problema medioambiental real sobre el agua ¿qué piensan y que están dispuestos a hacer los alumnos de educación ambiental? *Actas XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 1-8.
- JIMÉNEZ, M.P. y AGRASSO, M.F. (2003). Percepción de los problemas ambientales por el alumnado: los recursos naturales. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 17, pp. 91-105.
- JYRKAMA, M.I. y SYKES, J.F. (2007). The impact of climate change on spatially varying groundwater recharge in the grand river watershed (Ontario). *Journal of Hydrology*, 338(3-4), pp. 237-250.
- LARENA, A. (2009). *Guía para periodistas sobre el cambio climático y negociación internacional*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, en <http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/pdf/intro.pdf>.
- LLEBOT, J.E. (2009). Un breve relato sobre cómo podemos saber si cambia el clima. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(2), pp. 128-140.
- MÁRQUEZ, C. y J. BACH (2007). Una propuesta de análisis de las representaciones de los alumnos sobre el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15(3), pp. 280-286.
- MARTÍN-VIDE, J. (2002). Diez miradas diferentes sobre el

- cambio climático, en Arjona, Aige, Mirada, Mata-Perelló, Plens y Hermoso (eds.). *Recerca i innovació a l'aula de ciències de la natura*. Balaguer: Generalitat de Catalunya y UPC, pp. 33-47.
- MARTÍN-VIDE, J. (2006). Un decálogo del cambio climático. *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, 3(4), pp. 3-23.
- MARTÍN-VIDE, J. (2008). La nueva realidad del calentamiento global. Un decálogo del cambio climático. Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales, 1999-2008. *Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- MEIRA, P.A. y ARTO, M. (2008). La representación del cambio climático en la sociedad española. De la conciencia a la acción. *Seguridad y Medio Ambiente*, 109, pp. 30-47.
- MEIRA, P.A., ARTO, M. y MONTERO, P. (2009). *Sociedad ante el cambio climático. Conocimientos, valoraciones y comportamientos en la sociedad española*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela y Fundación Mapfre.
- MEIRA, P.A. (2008). *Proxecto Fénix. Unha aproximación á cultura ambiental da sociedade galega*. Santiago de Compostela: Sociedade Galega de Educación Ambiental-Conseillería de Medio Ambiente da Xunta de Galicia (en prensa).
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2000). Libro Blanco del Agua. p. 43.
- MOLINA, J.L., GARCÍA-ARÓSTEGUI, J.L., BENAVENTE, J., VARELA-ORTEGA, C., DE LA HERA, A. y LOPEZ-GETA, J.A. (2009). Aquifers overexploitation in SE Spain: a proposal for the integrated analysis of water management. *Water Resources Management*, 23(13), pp. 2737-2760.
- OLTRA, C., SALA, R., GAMERO, N. y SOLÁ, R., (2008). Cambio climático y opinión pública en España: Percepción del problema y política energética. *Revista de Ciencias Sociales*, 205, pp. 93-106.
- PERALES, F.J. (2010). Cambios en la percepción ambiental de los futuros maestros de Educación Primaria. *Actas del II Congreso Internacional de Didáctiques*, Girona, 152, 1-8, en <<http://www.udg.edu/portals/3/didactiques2010/guiacdii/ACABADES%20FINAL/152.pdf>>.
- PÉREZ, F., BOSCOLO, R., BLADE, I., CACHO, I., CASTRO-DÍEZ, Y., GOMIS, D., GONZÁLEZ, P., MIGUEZ-MACHO, G., RODRÍGUEZ-FONSECA, B., RODRÍGUEZ-PUEBLA, C., SÁNCHEZ, E., SOTILLO, G., VALERO-GARCÉS, B. y VARGAS-YÁÑEZ, M. (2010). *Clima en España: pasado, presente y futuro. Informe de Evaluación del Cambio Climático Regional*. Madrid: Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- PERNIA, J.M. y FORNES, J.M. (2008). *Cambio climático y agua subterránea. Visión para los próximos decenios*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- PNACC (2006). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Marco para la coordinación entre administraciones públicas para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático*. Madrid: S.G. para la prevención de la contaminación y del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente.
- PNACC (2008). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Primer informe de seguimiento 2008*. Madrid: S.G. para la prevención de la contaminación y del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente.
- REAL DECRETO 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- ROOSMALEN, L.V., CHRISTENSEN, B.S.B. y SONNENBORG, T.O. (2007). Regional differences in climate change impacts on groundwater and stream discharge in Denmark. *Vadose Zone Journal*, 6(3), pp. 554-571.
- RUIZ GARCÍA, J. M. (1999). *Modelo distribuido para la evaluación de recursos hídricos*. Monografías Cedex M67.
- TÁBARA, J.D. (2001). La medida de la percepción social del Medio Ambiente. Una revisión de las aportaciones realizadas por la sociología. *Revista Internacional de Sociología*, 28, pp. 127-171.
- TOHARIA, M. (1999). *Cambio climático: percepción social. En el campo de las ciencias y las artes*. Madrid: Servicio de Estudios BBVA.
- TOHARIA, M. (2006). *El Clima: el calentamiento global y el futuro del planeta*. Madrid: Editorial Debate.
- URIARTE, A. (2003). *Historia del clima de la Tierra*. Vitoria: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- VOROSMARTY, C.J., GREEN, P., SALISBURY, J. y LAMMERS, R.B. (2000). Global water resources: Vulnerability from climate change and population growth. *Science*, 289, pp. 284-288.
- WEIL-BARAIS, A. y CORROVER, D. (1993). *Manuel pratique de méthodologie pour la recherche en didactique*. París: Association Tour 123 Siège social: Université Paris VII.

[Artículo recibido en noviembre de 2010 y aceptado en abril de 2011]

Climate change and water: what university students think

FERNÁNDEZ FERRER, GRACIA

Profesora de primer ciclo de Secundaria de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza. Diplomada en Magisterio. Licenciada en Ciencias Geológicas. Doctora por la Universidad de Granada
gferrer@correo.ugr.es

Summary

Climate change and its consequences is a topic that is in the limelight, daily reported in the mass media, known and identified as one of the concerns of citizens, as demonstrated by previous studies. The Intergovernmental Panel on Climate Change, which is the international reference agency that studies climate change, states that the world climate system is unequivocal, as shown by the observed increase in globally averaged temperatures since the mid-twentieth century, and very likely to be caused by anthropogenic influence, having favored the increased concentrations of greenhouse gases.

The outlined phenomenon is generating a significant degree of international concern and consequently, a large number of investigations are currently being developed, throwing a solid information base. These studies try to estimate the impacts of such change on various systems, including water. However, there is still some uncertainty, as well as gaps, in terms of observation and research needs, in relation to the relationship climate change and water. The purpose of this study is to show elements of thinking on how the information on climate change is getting into a Spanish specific sector of population, such as undergraduate students on science disciplines and those that are trained to be future teachers. Both groups should be quite sensitive to environmental issues because of their important social role that will develop, either as scientists or teachers. Specifically, we ask the following questions: does the student accept the influence of anthropogenic climate change? If so, does this influence affect water resources? In that case, what aspects or reservoirs of water resources are affected?

To answer the questions, a sample of 506 students from the University of Granada (Spain) of different bachelor courses on scientific disciplines and Education, were selected with the task of reasonably answering to the following question: how can you influence climate change caused by human action, regarding the amount of water on the planet?

The analysis of the responses made by an open grid, which are being defined categories based on the variables set of study and different data, so that all of them can be classified. To determine if there is a statistically significant dependence between the arguments given and membership in a particular race, the statistical test square chi (χ^2) was applied.

The most outstanding results obtained are listed as follows:

- There is an extremely positivist character, away from the nature of science, regarding a phenomenon that is currently debated within the scientific community.

- There is a widely-accepted majority anthropogenic climate change, without raising the possibility of a natural effect.

- There is a majority of people with a perception of equivalence climate change as global warming, no mention of a cooling.

- The effect of climate change on water is linked to widespread melting of the poles and glaciers, not mentioning that this prediction is projected to affect Greenland and Antarctica both.

- The effects on other processes in the hydrosphere, such as rainfall or evapotranspiration ideas are full of doom, such as drying of the planet.

- No reference to other greenhouse gases apart from the carbon dioxide is made.

They identify the tendency in regards to the carbon dioxide as a pollutant gas too, without noticing their role in the development of autotrophic organisms, and therefore the gas of life.

- The effects of climate change on the underground reservoir of the hydrosphere are treated by a few students, revealing the widespread neglect of the same students, as shown in previous studies.

In conclusion we can say that the problem of climate change is known for academics, but this knowledge is not included in the scientific discourse and does not reach the media either the curriculum of undergraduate students. The origin of this situation can also be found in the relatively recent nature of climate change and therefore, the late entry into the curriculum, or the low permeability of the programs and university professors to socially relevant issues.

The results of our work drive us to state that it is desirable that teachers address the need to implement in students, critical thinking according to the scientist point of view. It almost seems more or less need for the need to deepen the problem of climate change.