

algunas manifestaciones del cambio global en los cauces. la crisis ambiental, una crisis *civilizatoria*

some effects of global change on rivers. environmental crisis, a *civilisational* crisis



texto: [martí boada/sonia sanchez](#)
([institut de ciència i tecnologies
ambientals. UAB/](#)
[institute of environmental science and
technology. UAB.](#))



A finales de la década de los 60 y con la obra de Rachel Carson *Silent Spring* como punto de inflexión, se evidenció la preocupación hacia la problemática ambiental que da lugar al reconocimiento de una crisis ambiental generada por la moderna sociedad industrial y tecnológica, una sociedad que genera conocimiento a una escala muy notoria, pero se caracteriza también por generar riesgos e incertidumbres con intensidades parecidas. En contraposición, históricamente las diferentes variables de sociedad preindustrial se han caracterizado por desarrollar umbrales de apropiación por debajo de la capacidad de recarga de los sistemas naturales. La crisis ambiental se describe también como una crisis *civilizatoria*, ya que afecta directamente las bases de la civilización occidental y se transfiere transversalmente al resto de formas de civilización existentes en el planeta, es a partir del surgimiento de dicha crisis cuando aparece en diferentes formatos, los movimientos ambientalistas y sobretudo la conciencia ambiental en diferentes sectores de la sociedad.



Los diversos y heterogéneos intentos para explicar esta crisis ambiental desde lenguajes y disciplinas diferentes han generado el denominado babelismo conceptual (Boada i Zahonero, 1999) que dificulta las capacidades resolutorias. La superación de la dificultad que supone el *babelismo conceptual*, pasaría por la denominada alfabetización ambiental formulada por Frijoff Capra (1997), consistente en un proceso de alfabetización post educativa, sobre las materias básicas de las ciencias ambientales. Los problemas ambientales son un ejemplo de realidad compleja que debe ser abordada desde la interdisciplinariedad, reconociendo los procesos de interacción constante entre naturaleza y cultura.

Los cauces como expresión del paisaje

Una de las múltiples definiciones que ha recibido el concepto de paisaje, y que suscribimos, apunta que éste es en intensidades diferentes,

la expresión de la historia social y de la historia natural en un momento dado y en un territorio dado. Turner, aun diciendo lo mismo, formula el paisaje como la resultante de las fuerzas inductoras de carácter biofísico y las fuerzas inductoras de carácter socioeconómico, que de forma híbrida se expresarían en interacción continua en el territorio, con una resultante morfológica y dinámica. Dicha formulación desfrontera la separación clásica entre sociedad y naturaleza. De esta manera se estaría hablando de un todo, en el que la sociedad humana se distinguiría por su excepcional capacidad transformadora dentro del sistema, no externa a él, ya que a lo largo de la historia las sociedades humanas mantienen una relación metabólica con la naturaleza a través de la apropiación, la producción, la circulación, la transformación, el consumo y el desecho de productos, materiales, energía y agua en un proceso de *socializar* partes de la naturaleza

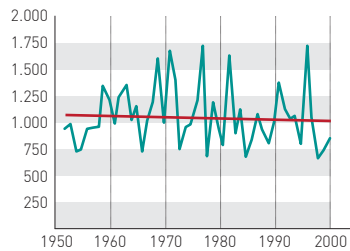
y *naturalizar* partes de la sociedad (Toledo, 1998).

Un cauce sería la expresión de una fracción notoria de la manera de ser y de proceder social, de sus interacciones con el medio. A lo largo de la modernidad el cauce ha sufrido alteraciones de una gran intensidad, en las etapas industriales y post-industriales, después de algunas décadas caracterizadas por convertir los cursos de agua en vertederos de todo tipo de desechos, la presión social y nuevos posicionamientos políticos, concretados actualmente por un referente muy relevante: la Directiva Marco Europea del Agua, la cual constituye un instrumento clave para la recuperación, por lo menos en parte, de los cauces. La Directiva Marco Europea del Agua (DMA 2000/60/CE) define el escenario europeo actual y futuro para una óptima identificación y gestión de los recursos hídricos con el objetivo de implementar los nuevos criterios de sostenibilidad que permitan alcanzar un buen estado de los recursos hídricos en aguas superficiales y subterráneas en el año 2015. Para llevar a cabo este objetivo, se requiere desarrollar un plan de gestión de las cuencas fluviales e implementar medidas específicas de monitoreo, conservación y mejora. La definición de estado ecológico es introducida por un texto normativo de la Directiva Marco Europea del Agua, y surge como elemento clave de la medida para el análisis de la calidad de los ecosistemas acuáticos, donde se integra una visión de su estado de salud tanto a nivel de estructura como de funcionamiento.

Una de las propuestas metodológicas a nivel de la aplicación de la DMA en Cataluña, implementado desde l'Agència Catalana de l'Aigua, es la aplicación de protocolos metodológicos para evaluar la calidad hidromorfológica de los ríos. Una de las metodologías utilizadas es el índice QBR, que evalúa la calidad del bosque de ribera a partir de la valoración de cuatro parámetros: importancia de la cobertura de la vegetación como me-

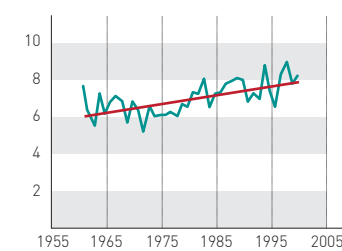
precipitación precipitation (mm)

precipitación total anual para el período 1952-2000 en la estación meteorológica del turó de l'home (montseny, barcelona)
annual total precipitation for the period 1952-2000 at the turó de l'home weather station (montseny, barcelona)



temperatura temperature (C°)

temperatura media anual para el período 1961-2000 en la estación meteorológica del turó de l'home (montseny, barcelona)
annual total precipitation for the period 1952-2000 at the turó de l'home weather station (montseny, barcelona)



fuelle: elaboración propia a partir de los datos facilitados por el instituto nacional de meteorología [2007]
source: created using data from the national meteorological institute [2007]

caudal water flow

reducción del caudal en diferentes ríos en españa reduction in water flow in different spanish rivers

río y localización river and location	período (años) period (years)	caudal medio mean water flow (hm ³ a ⁻¹)	descenso decrease		consumo consumption		precipitación precipitation		residuo residue	
			hm ³ a ⁻¹	%	hm ³ a ⁻¹	%	hm ³ a ⁻¹	%	hm ³ a ⁻¹	%
duero -carrascal	1921-95	4.440	1.770	39,8	658	14,8	338	7,6	774	17,4
duero -miranda	1934-96	9.190	5.450	59,3	1.080	11,8	1.630	17,7	2.740	29,8
ebro -palazuelos	1915-95	1.670	619	37,1	-	-	112	6,7	507	30,4
ebro -tortosa	1940-97	12.900	5.760	44,7	1.410	10,9	2.140	16,6	2.220	17,2
tajo -trasvase tajo-segura tajo-segura transfer	1940-96	1.180	687	58,2	-	-	145	11,4	542	45,9

*el residuo hace referencia al descenso no explicado por cambios en la precipitación o en la extracción de agua
*residue refers to decrease not accounted for by changes in precipitation or the extraction of water

fuelle: a partir de gallart y llorens, 2003
source: based on Gallart and Llorens, 2003

dida indirecta del papel del bosque de ribera como conector ecológico; estructura del recubrimiento como evaluación indirecta de la diversidad; naturalidad y complejidad del sistema como medida de la conectividad; y, por último, grado de alteración para evaluar las modificaciones de la zona ribereña y del canal fluvial. Respecto a este último punto, la calidad hidromorfológica disminuye ante la existencia de cualquier construcción humana, si bien bajo nuestro punto de vista, cabría considerar la presencia de ciertos elementos antrópicos como elementos propios del paisaje y de la dinámica de los ecosistemas fluviales, integrándolos en un contexto socioecológico, sin desfronterizar sociedad y naturaleza. Este es el caso de elementos del patrimonio cultural y arquitectónico que conforman molinos, canales de riego y puentes, vinculados estrechamente a la historia ambiental de nuestro territorio, que son sin duda, un valor y no un demérito.



Las zonas ribereñas se definen como las bandas de vegetación que bordean los cursos fluviales. A causa de su proximidad al agua, las especies vegetales y la topografía de las zonas ribereñas difiere considerablemente de aquellas que son adyacentes, siendo ecotonos en la interfase entre los ecosistemas terrestres y acuáticos, incorporando gradientes acusados de factores ambientales, procesos ecológicos y comunidades vegetales (Gregory *et al.*, 1991). Frecuentemente, estas bandas se encuentran forestadas y presentan una anchura que puede variar de decenas a centenares de metros. En función de la distancia al río y, sobretudo, en base al grado de inundabilidad, se diferencia una zonación que comprende el cauce, la riba y la ribera. Se entiende por cauce la zona por donde circula la lámina de agua normalmente, durante los periodos anuales; la riba se define como la zona inundable en crecidas periódicas de aproximadamente dos años; mientras que la ribera es la zona inundable en crecidas de gran magnitud, con perio-

In the late 60s, and with Rachel Carson's *Silent Spring* as a defining work, concerns were voiced over environmental problems, and it was acknowledged that there was an environmental crisis brought about by modern industrial and technological society, a society which generates a great deal of knowledge, but which is also characterised by generating a similar measure of danger and uncertainty. This contrasts with the different variants of pre-industrial society, which have historically been characterised by levels of exploitation below nature's capacity for regeneration. The environmental crisis can also be described as a *civilisational crisis*, since it directly affects the foundations of western civilisation, transversely affecting the planet's other forms of civilisation. The emergence of this crisis was accompanied, in different forms, by the appearance of environmental movements and, above all, environmental awareness in different sectors of society.

The various, heterogeneous attempts to explain this environmental crisis from the point of view of different languages and disciplines have led to a so-called conceptual babelism (Boada and Zahonero, 1999) which makes it difficult to find solutions. Overcoming the difficulties posed by conceptual babelism would require what Frijoff Capra (1997) referred to as ecoliteracy, consisting of a post-educational learning process on the basics of environmental sciences. Environmental problems are an example of a complex reality which requires an interdisciplinary approach, recognising the constant interaction between nature and culture.

Rivers as an expression of the landscape

One of the many definitions given to the concept of landscape, and one that we adhere to, describes it as being, at different levels of intensity, the expression of social history and natural history in a specific time and place. Turner, along

the same lines, describes landscape as the result of biophysical and socioeconomic driving forces, which continually interact in hybrid form on the territory, with a resulting dynamism and morphology. This formulation breaks down the classical barrier between society and nature. In this way we are speaking of a whole, in which human society stands out for its exceptional transformational capacity within the system, not outside it, as throughout history human societies have maintained a metabolic relation with nature by means of the exploitation, production, circulation, transformation, consumption and waste of products, materials, energy and water in a process that has *socialised* parts of nature and *naturalised* parts of society (Toledo, 1998).

A river is the expression of a significant fraction of social character and actions, of their interactions with the environment. Throughout modernity rivers have undergone



dos de retorno de 100 años, siendo por lo tanto la zona más alejada del cauce.

El cambio global

En el contexto de crisis ambiental actual, reconocida como una crisis civilizatoria, por su carácter transversal y global como se ha indicado, se producen un conjunto de manifestaciones integradas conceptualmente dentro del denominado cambio global, compuesto principalmente por el cambio climático, los usos y cambio de cubiertas del suelo (land use and cover change), y los procesos de bioinvasión.

Los aumentos de temperatura en la franja mediterránea, en series de 100 años como es la del Observatori de l'Ebre, dan un incremento de 1°C aproximado. En series más cortas de 50 años en territorios puntales, se observan incrementos de 1,2°C (Peñuelas y Boada, 2003). En la cuenca mediterránea occidental, las medias anuales referentes a la cantidad de precipitación, no han

variado de manera significativa, sin embargo sí que habría cambiado la estacionalidad: más precipitación en los extremos estacionales de primavera y otoño y menos durante el estiaje el invierno. Sin embargo, en los registros de principio del año 2000 se observa un declive generalizado de la precipitación.

La confluencia de la situación climática junto con el cambio de uso de las cubiertas del suelo, ha comportado un incremento del bosque. Este hecho, observado en diversos ríos españoles, es especialmente relevante en la cuenca del Ebro, donde los estudios llevados a cabo por investigadores del CSIC muestran que aproximadamente un tercio de la disminución en el caudal medio anual en los últimos 50 años es atribuible al incremento de cubierta forestal en las cabeceras de la cuenca. En este sentido, los trabajos llevados a cabo por Gallart (2001) pusieron de manifiesto las insuficiencias del método utilizado en el Plan Hidrológico Nacional, el

Algunas manifestaciones del cambio global se evidencian en la cabecera del río Tordera -zona culminal del turó de l'Home-Les Agudes, Parque Natural del Montseny- a través del ascenso de cota del bosque de hayas en detrimento de los prados subalpinos.

Some manifestations of global change are proved in Tordera river's head - final area of the turó de l'Home-les Agudes, Natural Park of Montseny - through the rising of the beeches forest in detriment of the subalpine meadows.

intense change. In the industrial and post-industrial ages, after decades in which water resources became dumping grounds for all types of waste, social pressure and new political positions - presently represented by a very important reference point: the European Water Framework Directive, which constitutes a key instrument for the restoration, at least in part, of rivers. The European Water Framework Directive (2000/60/EC) defines the present and future European situation to establish the best way to identify and manage water resources so that new criteria for sustainability

can be implemented, leaving surface water and groundwater resources in good condition in the year 2015. In order to achieve this objective, a river basin management plan needs to be developed, along with specific monitoring, conservation and improvement measures. The definition of ecological state has been introduced by a regulatory text in the European Water Framework Directive, and appears as a key element in the measures for quality control in aquatic ecosystems, which integrate a vision of their state of health, both structural and functional.

One of the proposed methods for the application of the Directive in Catalonia, carried out by the Catalan Water Agency, is the application of methodological protocols to evaluate the hydromorphological quality of rivers. One of the methods used is the QBR index, which evaluates the quality of the riverside forest by measuring four elements: the importance of vegetation cover as an indirect measure of the forest's role as an ecological connector; the structure of the cover as an indirect evaluation of diversity; the naturalness and complexity of the system as a measure of connectivity; and,

bibliografía bibliography

BEGUERÍA, S., LÓPEZ-MORENO, J.I., LORENTE, A., SEEGER, M., GARCÍA-RUIZ, J.M. (2003): **Assessing the effect of climate oscillations and land-use changes on streamflow in the Central Spanish Pyrenees**, en *Ambio* 32, 283:286.

BOADA, M.; ZAHONERO, A. (1999): *Medi ambient. Una crisi civilitzadora*. Barcelona: La Magrana.

CAPRA, F. (1997): *Alfabetisme ecològic: una educació per al nou mil·lenni*, a *Medi Ambient. Tecnologia i Cultura*, 19. Barcelona: Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya.

GALLART, F., LLORENS, P., 2003. **Catchment management under environmental change: impact of land cover change on water resources**, en *Water International* 28, 334-340.

GALLART, F. (2001): **La estimación de los recursos hídricos en el Plan Hidrológico Nacional: insuficiencias del método empleado ante los cambios de uso y cubierta en las cabeceras de las cuencas**, en P. Arrojo (Coord.): *El Plan Hidrológico Nacional a debate*. Bilbao: Fundación Nueva Cultura del Agua.

GREGORY, S. V.; SWANSON, F. J.; MCKEE, W. A.; CUMMINS, K. W. (1991): **An ecosystem perspective of riparian zones**, en *Bioscience*, 41:540-551.

PEÑUELAS, J.; BOADA, M. (2003): **A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain)**, en *Global Change Biology*, 9:131-140.

TOLEDO, V. (1998): **Estudiar lo rural desde una perspectiva interdisciplinaria: el enfoque ecológico-sociológico en Valdívía**, E. (Ed.) *Memorias del V Congreso Latinoamericano de*

cual no consideró los cambios de usos y de cubiertas del suelo en las áreas de cabecera de las cuencas en la estimación de los recursos hídricos.

De modo similar, Beguería et al. (2003) han demostrado que el incremento del bosque y de la cubierta arbustiva en cultivos abandonados constituye el único factor no climático que puede explicar una pérdida de alrededor del 30% del caudal medio anual de una área de 7430 km² en el Pirineo Central.

Diversos estudios demuestran pues, que los cambios en la cubierta vegetal en una cuenca modifican el balance de agua y las relaciones entre la precipitación y la escorrentía a causa de un mayor consumo de agua por parte de la vegetación. Por tanto, la valoración de los recursos hídricos tiene que considerar los cambios de uso que han tenido lugar en el pasado y tendrán lugar en el futuro en relación a las cubiertas del suelo en las cabeceiras de las cuencas (Gallart, 2001; Gallart y Llorens, 2003).

Otro de los componentes principales del cambio global es el proceso de bioinvasión, facilitado en los cursos fluviales por la función de corredor biológico que suponen estos ecosistemas lineales, acompañado por una elevada producción de energía y materia orgánica de los sistemas acuáticos. Algunos ejemplos de especies vegetales con capacidad bioinvasora son la caña (*Arundo donax*), la robínia (*Robinia pseudoacacia*), el ailanto (*Ailanthus altissima*), el arbusto de las mariposas (*Buddleja davidii*), entre muchas otras. De entre la fauna destaca el visón americano (*Mustela vison*), el mejillón zebra (*Dreissena polymorpha*), el cangrejo americano (*Procambarus clarkii*) o la tortuga de Florida (*Trachemys scripta*).

finally, the degree of change, in order to evaluate modifications in the riverbank and river channel areas. Regarding this last point, hydromorphological quality diminishes with the existence of any human construction, though from our point of view, the presence of certain man-made elements should be considered as elements belonging to the landscape and the dynamics of fluvial ecosystems, putting them in a socio-ecological context, without breaking the barrier between society and nature. This is the case of elements of cultural and architectural heritage comprising mills, irrigation channels and bridges, closely linked to the environmental history of our territory, which are without doubt an asset and not a fault.

Riverside areas are defined as the strips of vegetation along the edges of rivers. Due to their proximity to the water, the plant species and the topography of riverside areas differs substantially from adjacent areas, as they are at the interface between land and aquatic ecosystems, incorporating significant transitions in environmental factors, ecological processes and plant communities (Gregory et al, 1991). These areas are often forested and their width can vary from tens to hundreds of metres. Depending on the distance from the river and, in particular, the degree to which flooding can occur, the areas can be further divided into those of the river, the riverbank and the riverside area. The river can be defined as being where water normally flows, in season; the riverbank could be used to refer to the area in which flooding occurs every two years or so; while the riverside area would be the area only affected by large-scale flooding, every 100

years, since it is the furthest away from the river itself.

Global change

In the context of the current environmental crisis, recognised as a civilisational crisis due to its transversal and global nature as described above, a series of phenomena have taken place within what is referred to as global change, consisting principally of climate change, land use and cover change, and the processes of bioinvasion.

Increases in temperature in the Mediterranean area, over periods of 100 years as in the Ebro Observatory, are of approximately 1°C. Over shorter periods of 50 years, in certain places, increases of 1.2°C have been observed (Peñuelas and Boada, 2003). In the western Mediterranean basin, the mean annual level of precipitation has not changed significantly, though seasonal levels have: more precipitation in the seasonal extremes of spring and autumn and less during winter low water levels. However, in data from the beginning of the year 2000 we can see a generalised decrease in precipitation.

The combined effect of the climatic situation with the change in land cover use has led to an increase in forest. This phenomenon, observed in several Spanish rivers, is particularly important in the Ebro basin, where studies carried out by Spanish National Research Council researchers have shown that approximately one third of the decrease in annual mean water flow in the last 50 years is attributable to the increase in forest cover in the upper reaches of the basin. In this sense, the work carried out by Gallart (2001) highlighted the insufficiencies in the method used in the Na-

tional Hydrological Plan, which did not consider land use and cover changes in the upper reaches of river basins when estimating water resources.

Similarly, Beguería et al (2003) have shown that the increase in forest and tree cover in abandoned farming areas constitutes the only non-climatic factor which might explain a loss of around 30% in the annual mean water flow in a 7430 km² area of the Central Pyrenees.

Several different studies show, then, that changes in vegetation cover in a river basin modify the water level and the relationship between precipitation and runoff, due to a greater consumption of water by the vegetation. Consequently, the evaluation of water resources should take into account changes in use that have taken place in the past and will take place in the future regarding land cover in the upper reaches of river basins (Gallart, 2001; Gallart and Llorens, 2003).

Another of the main components of global change is the process of bioinvasion, a particularly common in rivers because these linear ecosystems function as biological corridors, and because of their high production of energy and organic matter. Some examples of plant species with bioinvasive capacity are the Giant Reed (*Arundo donax*), the Black Locust (*Robinia pseudoacacia*), the Ailanthus (*Ailanthus altissima*), the Butterfly Bush (*Buddleja davidii*), to name but a few. Bioinvasive fauna include the American Mink (*Mustela vison*), the Zebra Mussel (*dreissena polymorpha*), the Louisiana Crayfish (*Procambarus clarkii*) or the Red-eared Slider (*Trache*).