



Investigaciones Geográficas (Esp)  
E-ISSN: 1989-9890  
inst.geografia@ua.es  
Universidad de Alicante  
España

Ramos Gorostiza, José Luis  
Cambio técnico, marco institucional y gestión de recursos naturales: el caso del agua  
Investigaciones Geográficas (Esp), núm. 25, enero-junio, 2001, pp. 119-135  
Universidad de Alicante  
Alicante, España

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17602506>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's homepage in redalyc.org

## CAMBIO TÉCNICO, MARCO INSTITUCIONAL Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES: EL CASO DEL AGUA<sup>1</sup>

José Luis Ramos Gorostiza

Dpto. Historia e Instituciones Económicas I  
(Área de Historia del Pensamiento Económico)  
Facultad de Económicas, Universidad Complutense

«¿Habrá alguna idea que merezca no ser pensada de nuevo?»

*Elias Canetti*

### RESUMEN

El propósito de este artículo es analizar —a través de ejemplos relativos a la gestión del agua— la relación entre el cambio técnico, el marco institucional y la conservación del medio natural. La idea principal del trabajo es que el mejor arreglo institucional depende de las posibilidades tecnológicas del momento y cambia con ellas. Más concretamente, el artículo desarrolla tres cuestiones básicas: los problemas ambientales derivados de la combinación de un entorno institucional estático y un rápido cambio técnico, la interdependencia entre innovación técnica y acuerdos institucionales en la gestión de recursos naturales, y la complementariedad entre las «opciones técnicas» y las «opciones institucionales» en el desarrollo de políticas públicas de gestión.

*Palabras Clave:* cambio técnico, marco institucional, gestión de recursos naturales, economía del agua.

### ABSTRACT

The aim of this article is to analyse —through examples related to water management—the relationship between the technical change, the institutional framework and the environmental conservation. The main idea of this work is that the better institutional arrangement depends on the current technological possibilities. More specifically, the article expounds three basic issues: the environmental problems derived from the combination of a static institutional framework and a fast technical change, the interdependence between technical innovation and institutional agreements in the natural resources management, and the complementarity between «technical options» and «institutional options» in the development of public policies of management.

*Key words:* technical change, institutional framework, natural resources management, water economy.

---

<sup>1</sup> Agradezco su ayuda a Manuel Santos Redondo y Tomás Martínez Vara.

## 1. Introducción

En este artículo se explora la relación entre el cambio técnico, el marco institucional y la conservación del medio natural, utilizando con fines ilustrativos algunos ejemplos concretos relativos a la gestión del agua. En concreto, se desarrolla una idea bastante evidente que, quizás por ello, ha tendido a pasar con frecuencia inadvertida, a saber: el debate sobre la necesidad de una mayor o menor intervención pública en la gestión de recursos (o sobre la forma que ésta debe adoptar) no se puede desligar de las posibilidades técnicas del momento; dentro del *continuo* de alternativas que van desde la descentralización extrema hasta el control absoluto del Estado, el mejor arreglo institucional depende de la tecnología disponible y cambia con ella.

Esta sencilla idea presenta tres dimensiones diferentes pero íntimamente interrelacionadas. En primer lugar, el cambio técnico puede suponer una seria amenaza ambiental si el marco institucional no se va redefiniendo para mantener su validez como medio de ordenar la interacción humana. Generalmente, el Estado ha de desempeñar un papel fundamental en dicha redefinición, aunque en ciertas ocasiones —si las circunstancias favorecen una actitud cooperativa y los costes de transacción son bajos— los propios individuos pueden ser capaces de elaborar compromisos creíbles *a priori* sin recurrir a una autoridad externa. La explotación de acuíferos constituye un ejemplo muy claro en este sentido (La Mancha Occidental, California, etc.).

En segundo lugar, la técnica y el entorno institucional mantienen una curiosa interdependencia. Por un lado, las innovaciones técnicas pueden abrir la puerta a nuevos arreglos o formas institucionales que previamente parecían totalmente inviables por sus peculiares características o por su elevado coste, y que a menudo permiten avances importantes en la gestión de recursos naturales. Esta idea se ilustra básicamente a través del problema de la contaminación del medio hídrico, aunque también pueden encontrarse buenos ejemplos de la dependencia que muestran muchas reformas institucionales respecto al desarrollo técnico-infraestructural en aspectos tales como la tarificación, el proceso de planificación hidrológica, o el intercambio de derechos de uso sobre el agua. Por otro lado, sin embargo, la introducción de nuevas tecnologías se ve francamente condicionada por el marco institucional existente. A este respecto, la experiencia israelí respecto a la difusión de las modernas tecnologías de riego es clarificadora.

Por último, en tercer lugar, es importante señalar que, si bien la «opción técnica» es —y debe ser— complementaria de la «opción institucional» en las políticas públicas de gestión de recursos naturales, a veces ha sido (mal) entendida como alternativa a ésta, encubriendo problemas importantes y aplazando la puesta en práctica de modificaciones necesarias en el entramado de incentivos. En este caso, el mejor ejemplo lo encontramos en lo que ha sido la política hidrológica española a lo largo del presente siglo, y más recientemente, en la orientación que ha tomado la política del agua en la isla de Tenerife.

## 2. Cambio técnico y necesidad de redefinición institucional

En Economía se llama instituciones a las «reglas del juego», es decir, al conjunto de reglas formales —normas legales y políticas— e informales —normas de conducta sancionadas socialmente— que ordenan la interacción humana, definiendo la estructura de incentivos (oportunidades y restricciones) asociados a los posibles comportamientos individuales. Es decir, las instituciones delimitan el escenario para actuar en el presente y el

borar expectativas respecto al futuro. A su vez, del entramado de reglas concretas surgen los derechos de propiedad entendidos en términos económicos, que definen la posición de cada individuo en la sociedad respecto a la utilización de recursos escasos, esto es, lo que cada persona física o jurídica puede hacer con los bienes disponibles en la sociedad (ya sea usar, transformar, o transferir, con sujeción o no a restricciones legales) (North, 1993).

Es evidente que las «reglas del juego» —y más concretamente la estructura de derechos de propiedad— influyen en el modo en que utilizamos los recursos y el entorno natural, y que dicha influencia puede ser más o menos positiva. Sin embargo, el problema más grave se plantea cuando se produce un «vacío institucional», es decir, cuando los derechos de propiedad quedan vacíos de contenido debido al cambio tecnológico. Esto es precisamente lo que ha provocado en muchos países en desarrollo una degradación ambiental acelerada: en un contexto de rápido crecimiento demográfico, se han destruido instituciones y organizaciones de carácter comunitario que regulaban el acceso y el aprovechamiento de recursos naturales, sin que dichas formas de propiedad comunal hayan sido sustituidas por un entramado institucional alternativo más allá de lo puramente formal (Bromley y Cernea, 1989). De este modo, se ha llegado a una situación de libre acceso *de facto* que lleva a un rápido agotamiento de recursos a medida que la presión de uso aumenta: los individuos actúan *a la captura*, ignorando el futuro (Hardin, 1989[1968]).

En términos más generales, el problema medioambiental que supone la conjunción de un marco institucional «petrificado» y una situación de continuo crecimiento y transformación se da bastante a menudo. De hecho, en un mundo industrial los constantes y rápidos cambios técnicos y sociales pueden dejar mal definidos derechos de propiedad que en una situación previa parecían inequívocamente bien delimitados. En tal situación, si no se produce una readaptación constante del contenido de los derechos —lo que implica actuaciones estatales importantes— se produce el «vacío institucional» con el consiguiente resultado. Existen claros ejemplos respecto a la necesidad de modificar las normas de acceso y aprovechamiento de los recursos a medida que aumentan las posibilidades técnicas: la explotación de bancos de pesca, el uso del suelo para actividades diversas, etc. Pero, sin duda, el caso arquetípico es el de la explotación de recursos acuíferos.

A la hora de afrontar la gestión de un acuífero —donde se dan problemas de sustracción en el uso y dificultad para definir y hacer valer derechos de propiedad<sup>2</sup>— existe un *continuo* de posibles alternativas institucionales, todas ellas imperfectas. Así, por ejemplo, el Estado podría gestionar directamente los pozos controlando por completo la extracción (como ocurre en Israel). También podría limitarse a intervenir en la gestión privada de los pozos, lo que puede hacerse de muchas maneras distintas: regulando distancias mínimas entre pozos, obligando a la instalación de contadores, definiendo derechos de extracción transferibles, fijando cánones de extracción de agua, prohibiendo la apertura de nuevos

---

2 En la literatura económica se ha venido utilizando profusamente el término «recursos de propiedad común» (*common-pool resources* o *common property resources*) para hacer referencia a recursos naturales que cuentan con estas dos características concretas: dificultades de exclusión y rivalidad en el consumo (o sustracción). Ello no ha hecho más que contribuir a la confusión, ya que parece que se estuviera haciendo referencia a una categoría inmutable y universal de recursos, es decir, como si hubiera recursos naturales que por sus características específicas tuvieran que ser necesariamente gestionados bajo un determinado tipo de propiedad (comunal). En realidad no existen tales recursos de propiedad común, sino sólo *recursos controlados o gestionados bajo distintos regímenes de propiedad* (comunal, privada o estatal) o no sujetos a forma de propiedad alguna (libre acceso) (Batista, 1994). Entre los «recursos de propiedad común» estarían, por ejemplo, las pesquerías de bajura, los acuíferos extensos o algunos sistemas de riego. Un buen número de autores estudian la propiedad comunal de forma indirecta a través de los «recursos de propiedad común» (p.e., Ostrom, 1990).

pozos, fijando normas de tecnología utilizable, obligando a una gestión colectiva, etc. O, simplemente, podría «no hacer nada» (dejar la explotación del acuífero en manos de formas de gestión colectiva o individualizada, según la tradición de cada zona).

Pues bien, cada una de estas opciones institucionales supone un *contenido* diferente de los derechos de propiedad y plantea problemas diferentes (por lo que respecta a costes de administración y vigilancia, costes de transacción, problemas de información, problemas ligados al proceso político, etc.). De cualquier modo, ninguna será una opción válida en todo caso: el procedimiento institucional mejor depende de la tecnología disponible y cambia con ella. Al cambiar la tecnología de extracción y perforación debe redefinirse el contenido de los derechos si queremos que éstos mantengan su validez y no aparezcan efectos externos.

El caso del acuífero de La Mancha Occidental es muy revelador (López Sanz, 1998; Serna y Gaviria, 1995). Mientras la tecnología utilizada fue la de «pico y pala» y noria de borricos, probablemente la mejor opción institucional era la de «no hacer nada»: la propia tecnología limitaba la capacidad de explotación del acuífero, de forma que cualquier agricultor —una vez obtenido un permiso que se otorgaba sin dificultad— podía abrir libremente un pozo en su predio sin que ello afectara a la capacidad de regeneración del acuífero, que se recargaba naturalmente cada año o ciclo húmedo. Es decir, hasta finales de los años cincuenta la sencilla legislación existente —que primaba una gestión atomizada o individualista— era perfectamente compatible tecnologías disponibles de extracción y perforación. Sin embargo, esto dejó de ser así cuando apareció la bomba de gasoil, y de nuevo las «reglas» debieron haberse modificado cuando se hizo posible la perforación profunda. Precisamente, el hecho de que las normas no se fueran modificando con la irrupción continua de nuevas tecnologías, llevó a la práctica indefinición de derechos de propiedad («tragedia del libre acceso»), desencadenándose así una guerra de pozos que puso al acuífero 23 en situación de rápido agotamiento: los humedales y la diversidad biológica desaparecían, se deterioraban los suelos, las turberas y el paisaje, y en definitiva, se hipotecaba el futuro de las actividades económicas en un territorio árido. Y todo ello, simplemente porque se había producido un drástico cambio técnico sin un marco institucional adecuado para «controlarlo» (al mismo tiempo que desde la Administración se agravaba la situación subvencionando cultivos de regadío excedentarios a nivel europeo y muy exigentes en agua, como era el caso del maíz).

Hace ya bastantes años el economista institucional Ciriacy-Wantrup (1995[1969]: 64) —uno de los pioneros en el campo de la economía del agua— se expresaba con total claridad sobre este problema en referencia al regadío del norte de la India:

«En una economía de desvíos o trasvases de agua, las instituciones que la forman —tales como los derechos sobre el agua, los distritos de agua, la gerencia del plan hidráulico y las agencias públicas comprometidas con la construcción, mantenimiento y puesta en funcionamiento de las infraestructuras—, son una condición necesaria desde el comienzo. Por el contrario, en una economía del agua basada en la noria, tales instituciones no son necesarias. Las instituciones de gestión del agua subterránea se convierten en una necesidad sólo cuando el uso del agua por un agricultor afecta a su vecino. Esto ocurre cuando la noria es reemplazada por modernas bombas que extraen el agua de pozos profundos. [...] [Es entonces cuando] son necesarias las leyes sobre el agua subterránea para regular el número y la densidad de los pozos por cada área, las cantidades bombeadas por pozo, los períodos de

bombeo y la construcción y mantenimiento de las infraestructuras de recarga [...] Lo que la agricultura hindú necesita, sobre todo en la coyuntura actual, son economistas competentes, completamente conscientes de la complejidad y de las dificultades que existen en el desarrollo de las instituciones del agua»

En suma, la preservación ambiental precisa unas reglas que mantengan su validez, adaptadas a los cambios (técnicos, poblacionales, etc.), lo que implica un papel activo del Estado en la conformación y el cambio institucional (pero sin que ello signifique revisar incesantemente los acuerdos sociales sobre la base de costes y beneficios inmediatos). Es evidente que todo diseño de nuevas reglas es tarea compleja —sobre todo por la probable aparición de efectos a largo plazo imprevistos y no deseados—, y, asimismo, es cierto que la intervención pública no está exenta de serios problemas (rigidez e inercias administrativas, imposibilidad de contar con un conocimiento adecuado —en especial respecto a procesos cambiantes—, actuación de grupos de interés, etc.). Sin embargo, la alternativa —«no hacer nada», dejar las cosas como están— puede tener efectos ambientales nefastos en una sociedad tecnológicamente cambiante.

Por otra parte, también es verdad que —a veces— cabe la posibilidad de iniciativas cooperativas que partan de los propios individuos. No obstante, es difícil que esta sea una opción válida con carácter general, pues en última instancia todo depende de que se den ciertas condiciones para que la gestión comunal del acuífero se convierta en un «juego» cooperativo<sup>3</sup>. Con todo, California es un claro ejemplo de que ésta es realmente una alternativa factible (Blomquist, 1995). Los californianos no cuentan con una ley global que regule el aprovechamiento de las aguas subterráneas en todo el estado, ni tampoco tienen una oficina central que se encargue de gestionarlas. Por tanto, los acuíferos quedan bajo control local, de forma que la gestión de las aguas subterráneas se lleva a cabo a través de arreglos institucionales desarrollados específicamente en cada zona. Así ocurre en los siete acuíferos situados en el área Los Angeles-Orange County-Riverside, una región semiárida y altamente poblada y desarrollada, con una importante agricultura de regadío y un alto grado de urbanización (todo lo cual significa una notable demanda de recursos, infiltraciones contaminantes y dificultades para la recarga natural). Los acuerdos institucionales locales para gestionar los acuíferos fueron surgiendo en la década de los treinta ante los problemas de sobreexplotación, salinización, etc., mediante la creación de organizaciones colectivas nuevas o la transformación de otras preexistentes. No se trata de diseños institucionales comprehensivos, en el sentido de pretender dar respuesta simultánea a todos los posibles problemas e interrelaciones, sino de diseños incrementales, evolutivos, en constante redefinición según van surgiendo nuevos problemas y son asimilados. Lo que hay es experimentación, *feedback*, aprendizaje, y adaptación, en un proceso donde participan directamente los usuarios. A pesar de la proximidad geográfica, las respuestas institucionales difieren en cada zona. Así, por ejemplo, en Raymond los derechos de extracción están claramente definidos y son transferibles, mientras que en Orange no existe definición de cuotas, pero hay un sistema de impuestos sobre extracciones de agua con objeto de contri-

---

3 Algunas variables relevantes son: el tamaño del grupo de jugadores, la disponibilidad de información sobre la situación agregada del recurso, la capacidad de identificar «engaños», la importancia de las sanciones, el tamaño de las recompensas por la no cooperación y el descuento de los futuros *pay-offs*, la existencia de *hábitos* de colaboración (confianza), la relevancia del recurso para la supervivencia de los comunitarios (vulnerabilidad), la igualdad o desigualdad en las condiciones de acceso al recurso, etc. (Bardhan, 1993: 89; Wade, 1992: 410).

buir a la importación de recursos para el relleno de depósitos (Galilea, 1998). En todos los casos, sin embargo, se miden cuidadosamente las extracciones (uso generalizado de caudalímetros), se paga bastante por el agua extraída, y existe la posibilidad de utilizar recursos importados (a través de obras de infraestructura de gran escala) para recargar los acuíferos, lo que sin duda reduce las tensiones propias de un juego suma-cero, facilitando la resolución de conflictos<sup>4</sup>.

### 3. La interdependencia entre innovación tecnológica y posibilidades institucionales

Al mismo tiempo que el cambio técnico supone una amenaza ambiental si no es recibido por un marco institucional adecuado, también es cierto que a veces puede abrir la puerta a nuevos arreglos o formas institucionales que previamente parecían totalmente inviables, y que con frecuencia permiten avances importantes en la gestión de recursos naturales.

Pensemos, por ejemplo, en lo que puede significar para la aplicación efectiva de los mecanismos contra la contaminación por vertidos (instrumentos económicos y regulaciones administrativas) todo aquel avance técnico que vaya en la dirección de controlar la calidad del agua en tiempo real (tal como se pretende actualmente en España con el programa SAICA<sup>5</sup>).

En la práctica, tanto las regulaciones (fijación de estándares de vertido, normas sobre tecnología de producción utilizable, normas sobre localización de actividades, otorgamiento de licencias de vertido etc.), como los instrumentos económicos (cánones, subsidios, etc.) son medios bastante burdos —calibrados mediante el procedimiento de prueba y error— para intentar aproximarse a unos objetivos de calidad ambiental exógenamente determinados (con criterios sanitarios, biológicos, etc.). De hecho, los problemas de información y los costes de vigilancia y control son tan importantes que la efectividad teórica de todos estos mecanismos se ve en la práctica drásticamente limitada. Quizá por ello, en la labor de preservación de la calidad del medio hídrico aún se confía mucho más en la ver-

---

4 En general, la gestión de estos acuíferos californianos puede definirse, de acuerdo a sus resultados, como: *eficaz*, pues se ha logrado paliar la sobreexplotación y la intrusión marina; *poco costosa administrativamente* en comparación con otros estados donde la gestión la realiza una oficina central; *flexible* ante nuevos escenarios; y *con capacidad de ajuste a cambios en los usos del agua* en aquellos acuíferos donde se han establecido derechos de extracción transferibles (y donde el mayor problema reside en la adjudicación inicial de los derechos y la tendencia a su concentración en pocas manos). Blomquist (1995) concluye que: a) no es preciso una organización regional o estatal centralizada para la gestión de recursos subterráneos, incluso en zonas sometidas a fuertes presiones de desarrollo económico y donde las interdependencias y externalidades en uso son importantes; b) es bueno sacar partido de las diferencias de escala y especialización, evitando las desventajas de la rígida jerarquía; c) los costes de administración se mantienen bajos si son pagados directamente por los propios usuarios; y d) la vigilancia y el control del cumplimiento de las reglas se hace más efectivo y menos costoso cuando los usuarios están involucrados en la gestión.

5 El «Sistema Automático de Información y Control de las Aguas» (SAICA), cuyo coste ha sido de unos 10.000 millones de pesetas, puede convertirse en un potente instrumento de vigilancia una vez que esté funcionando a pleno rendimiento. A lo largo de los cauces de los ríos se instalan pequeñas estaciones de control (auténticos mini-laboratorios) que envían constantemente información vía satélite sobre distintos parámetros de calidad (oxígeno disuelto, turbidez, etc.). El SAICA va estrechamente ligado al mecanismo sancionador: no intenta hacer cumplir umbrales fijados por la UE, sino simplemente controla que no haya variaciones grandes respecto a las medias históricas en los indicadores de contaminación de los ríos. Si esas variaciones se producen, se toman muestras y se cruza esa información con una base de datos sobre las sustancias contaminantes que generan las actividades industriales según sus tipos. A partir de ahí comenzaría un proceso de investigación —que puede ser largo y complejo— para identificar al responsable concreto del vertido.

tiente correctora *a posteriori* (sistemas de depuración) que en la preventiva (vía instrumentos y regulaciones). A su vez, dentro de la propia acción preventiva, la regulación administrativa tiene en la práctica un peso muchísimo más importante que los instrumentos económicos, a pesar de que éstos —sobre el papel— son más atractivos<sup>6</sup>. Y es que, no sólo se trata de que las regulaciones sean a menudo más fáciles de aplicar y por tanto administrativamente menos costosas, sino que los requisitos de información de los instrumentos suelen ser mucho mayores (así, por ejemplo, para que la utilización de incentivos sea viable es necesario atribuir la responsabilidad de cada vertido a una fuente particular, determinando el volumen y composición de los efluentes). En consecuencia, no es de extrañar que, en general, el papel de los instrumentos económicos dentro de la política ambiental de los países de la OCDE siga siendo muy secundario, un mero complemento de la regulación directa. En ocasiones, incluso se emplean de forma inadecuada: así, a veces las cargas fiscales se utilizan con un finalidad más recaudatoria que medioambiental, o son de una cuantía tan insuficiente que no tienen efectos significativos sobre el nivel de vertidos o emisiones. En suma, el principio «quien contamina paga» recomendado por la OCDE en 1972 y adoptado por la Comunidad Europea en 1974 se encuentra aún en una fase primaria de desarrollo<sup>7</sup> (Gómez 1995: 436-437).

Pues bien, todo este estado de cosas relativo a la aplicación práctica de los mecanismos institucionales irá cambiando a medida que se avance tecnológicamente en el control y vigilancia de la contaminación. Y el cambio no sólo será en la dirección de otorgar más efectividad a la vía preventiva-institucional, sino también, dentro de ella, a los instrumentos económicos, al acercar un poco más sus ventajas teóricas a la realidad. En definitiva, la «comparación de arreglos sociales alternativos» de la que hablara Coase (1994[1960]: 153) —en este caso, de las distintas posibilidades de intervención pública—, no sólo es función de las características concretas del problema de contaminación (carácter difuso o concentrado, número de afectados, etc.), sino que también viene condicionada decisivamente por el cambiante estado de la técnica.

---

6 En principio, los instrumentos económicos permiten el logro de los objetivos ambientales de forma descentralizada, de modo que los agentes pueden hacer uso de una información propia superior para decidir de qué manera actuar ante las «señales» establecidas por el gobierno con el fin de mejorar la calidad ambiental. Quizá por ello, los instrumentos económicos presentan una serie de ventajas «teóricas» respecto a la regulación directa: permiten lograr mejoras ambientales a menor coste —precisamente porque dan a las empresas una mayor capacidad de acción—, proporcionan estímulos a la innovación (el desarrollo de tecnologías de producción más limpias), tienen el potencial de generar mayores mejoras en la calidad ambiental que la regulación directa (Padrón, 1992: 37), y suelen ser más fáciles de modificar —para adaptarse a cambios— que los textos legislativos.

7 En España, la lucha preventiva frente a la contaminación por vertidos se centra de manera muy importante en la regulación administrativa, donde encontramos las normas de vertido y el establecimiento de objetivos de calidad acordes con las directivas de la UE (listas), así como un sistema de autorizaciones. Entre los instrumentos económicos sólo está el canon de vertido y un programa de créditos subvencionados para incentivar cambios en procesos productivos que permitan la reducción en origen de la contaminación. El canon de vertido establecido por la Ley de 1985 resultó ser un fracaso y por ello está en proceso de revisión. No se basaba en emisiones reales, sino en el nivel de emisión que se presume a cada tipo de fábrica; administrativamente era complejo, y resultaba muy difícil demostrar que un agente concreto estaba realizando vertidos, tal y como especificaba la ley para su aplicación (el caso contrario, de resultados mucho más efectivos, es el de Holanda, donde la carga de la prueba recae en las empresas, que son las que tienen que demostrar que no están vertiendo lo que se les presupone según su tipo de actividad). El objeto del canon eran los vertidos autorizados, y la carga contaminante se calculaba como el volumen de vertido ( $m^3/año$ ) por un coeficiente que dependía de la naturaleza del vertido y el grado de tratamiento previo. Por último, hay que señalar que el canon tenía como finalidad generar recursos para invertirlos en materia de mejora de la calidad de las aguas, y por tanto, no fue concebido propiamente como un instrumento económico de control de la contaminación.

Asimismo, hay que pensar que algunas de las reformas institucionales más importantes en el ámbito de la gestión del agua en España precisan de un apoyo técnico importante para poder llevarse a cabo. Así, por ejemplo, parece probado que cualquier modificación de la política tarifaria en los regadíos de promoción pública que pretenda un uso más ahorrador del agua está supeditada al establecimiento de tarifas binómicas (dependientes en parte del volumen de agua consumido), lo que a su vez va ligado a la generalización de contadores<sup>8</sup>. Asimismo, el proceso de planificación hidrológica —que la Ley de Aguas consagra como el elemento básico del actual marco institucional con un amplio y ambicioso contenido— está íntimamente ligado a todo un complejo de técnicas más o menos sofisticadas (fotografías por satélite de áreas de regadío, simulación por ordenador, medición de valores de evapotranspiración, aforos, etc.), en tanto que precisa de una amplia y variada base informativa (Libro Blanco). Por último, la tan necesaria flexibilización del sistema concesional no puede plantearse seriamente sin la elaboración *previa* de un registro actualizado y completo de los derechos de uso del agua y de los términos en los que éstos se establecen, labor minuciosa que necesariamente deberá apoyarse en una amplia utilización de sistemas informáticos. Y es que la forma en que se va a llevar a cabo la flexibilización concesional (a través de Bancos de Agua controlados por los correspondientes Organismos de Cuenca) debería ser un problema a discutir con posterioridad, aunque en la práctica ha sido desde un principio el centro de la polémica. Por otra parte, no hay que olvidar que la posibilidad de intercambios concesionales —sobre todo si éstos se plantean a gran escala— también está condicionada por la técnica en otro sentido diferente pero igualmente importante, a saber: la eventual necesidad de infraestructura de transporte de agua (conducciones, bombeos, etc.).

Cualquiera de los aspectos institucionales que acaban de citarse —tarificación, planificación hidrológica, o establecimiento de alguna forma de mercado de derechos de uso— podría ser objeto de un intenso debate. Sin embargo, aquí simplemente se ha pretendido resaltar la dependencia de muchas innovaciones o reformas institucionales relativas a la gestión de recursos naturales respecto al desarrollo técnico. Se trata de una idea de carácter general, por más que en este caso la atención se haya fijado exclusivamente en la gestión del agua; es sabido, por ejemplo, que una innovación tecnológica aparentemente tan simple como el alambre de espino abarató de modo considerable el establecimiento de derechos de propiedad exclusivos en las grandes llanuras americanas, lo que a la poste tuvo una influencia importante en la mejora de la administración y la cría del ganado.

Pero, si bien es verdad que la posibilidad de implantar nuevos acuerdos institucionales muestra a menudo una clara dependencia respecto del desarrollo técnico, no hay que olvidar que la dependencia también se da en sentido contrario: generalmente la introducción y

---

8 En los muchos regadíos de promoción pública los agricultores han venido disfrutando de un agua casi gratuita a través de tarifas por superficie. En un reciente estudio empírico, Sumpsi (1998) concluye que la política tarifaria es el mejor medio de lograr el objetivo de recuperación de costes (y para ello bastaría con elevar la cuantía de las sencillas tarifas de tipo fijo por superficie). Sin embargo, para que además tuviera efectos significativos sobre el ahorro —es decir, para liberar recursos hacia otros usos, haciendo innecesarias nuevas y costosas infraestructuras— serían precisas tarifas en función del volumen consumido (por tramos) y con algún tipo de bonificación por el agua ahorrada, lo que resultaría bastante complicado de administrar. Lo ideal sería una política tarifaria a la carta, esto es, que tuviese en cuenta las diferencias que presenta la elasticidad de la demanda de agua en cada zona regable. En cualquier caso, hay que tener en cuenta que un cambio drástico en la política tarifaria, cuyo objeto fuera de acercar el coste del agua que paga el agricultor a sus valores reales (como pretende la propuesta de Directiva 97/0067), podría tener importantes impactos sobre el empleo, la competitividad y la renta agraria (Sumpsi, 1994; Sánchez y Duarte, 1996).

difusión de nuevas tecnologías queda enmarcada en un entorno socioeconómico e institucional. Así, por ejemplo, dicho entorno determina el cómo y el cuando de la puesta en práctica de las nuevas tecnologías de riego (Losada, 1997: 382). Es cierto que las importantes innovaciones técnicas de los últimos treinta años (riego localizado, microaspersión, programación y automatización de las técnicas de riego, transporte de agua a presión y distribución a la demanda, etc.) han abierto enormes posibilidades para el uso eficiente del agua en el campo, otorgando una gran flexibilidad en la aplicación de riegos. Pero la adopción y el correcto aprovechamiento de las modernas tecnologías, si bien permite el ahorro de agua<sup>9</sup> —y a menudo un notable incremento de la producción—, también exige una inversión adicional en equipo y formación, precisando además energía y laboriosos trabajos de campo con participación de personal especializado. Por lo tanto, el hecho de que las modernas tecnologías se introduzcan o no finalmente dependerá de hasta qué punto las ventajas superan a los inconvenientes: es decir, la nueva técnica debe generar un margen de explotación adicional suficiente, en comparación con la tecnología tradicional (surcos o inundación), que permita cubrir las mayores inversiones. Caswell y Zilberman (1985 y 1986) estudiaron mediante ejercicios de estadística comparada los factores que incentivan la introducción voluntaria de técnicas ahorradoras de agua; a partir de sus resultados, Dinar y Zilberman (1994: 163-179) han analizado el proceso de difusión de estas técnicas en diferentes regiones de Israel para el algodón y los cítricos durante los últimos veinticinco años.

Junto al valor de mercado de la producción agraria, la calidad del suelo<sup>10</sup> y el coste del agua parecen ser los elementos claves para explicar la adopción o no de las modernas tecnologías de riego por parte de los agricultores:

«La función de respuesta del cultivo al agua relaciona la producción con los niveles de agua útil, y es la relación básica que determina la aplicación de agua bajo cualquier tecnología. Para cada una, el nivel de agua útil que maximiza el beneficio se encuentra en el punto en que el valor de la producción obtenida al aumentar en una unidad el agua útil es igual al precio de este agua útil (costes de presión más precio del agua aplicada necesaria para generar una unidad de agua útil) [...] Dada una calidad de suelo, cuando los precios del agua aplicada son lo bastante bajos, los costes de la presión son la causa principal de las diferencias del precio del agua útil. [...] Ahora bien, a partir de ciertos niveles críticos del precio del agua, los precios del agua útil asociados al empleo de tecnologías modernas son inferiores. Además estos precios críticos —diferentes para cada tipo de terreno— se hacen inferiores a medida que disminuye la calidad del suelo» (Dinar y Zilberman 1994, p. 158).

Por tanto, la introducción de tecnologías modernas de riego ahorradoras de agua se verá incentivada donde la calidad del suelo tienda a ser bastante baja y los precios del agua y de la producción relativamente elevados. Por el contrario, «en los terrenos llanos, con suelos

---

9 Algunos trabajos ponen en duda la posibilidad de lograr ahorros *sustanciales* de agua con políticas de mejora y modernización de los equipos de riego y las conducciones. En este sentido, un estudio realizado en Estados Unidos muestra que a veces, incluso, tiende a incrementarse el uso de agua cuando ésta se emplea con mayor eficiencia técnica (vease Garrido, 1996: 307).

10 Se habla de suelos de baja calidad desde la perspectiva del riego cuando tienen poca capacidad de retención de agua (p.e., suelos arenosos) o están situados en pendientes pronunciadas (Dinar y Zilberman 1994: 157).

pesados y suministro de agua abundante y barato, será preferible mantener las tecnologías tradicionales» (Dinar y Zilberman 1994: 159)<sup>11</sup>.

El proceso de difusión de las modernas tecnologías de riego será progresivo, comenzando por las zonas donde la ventaja relativa sobre la tecnologías tradicionales sea muy clara (suelos marginales, agua de coste elevado y productos de alto valor), para ir extendiéndose paulatinamente hacia otras áreas en las que la ventaja no es tan evidente. El ritmo (y el «techo») de esta difusión dependerá de las circunstancias: así, por ejemplo, será más rápido en las zonas de recursos hídricos limitados y agotables (procedentes de acuíferos) y en los productos con demanda elástica (cuyos precios sean poco sensibles a las variaciones en la cantidad), ya que la introducción de sistemas de goteo puede provocar un aumento de la producción y una disminución de los niveles de precios.

Por su parte, la política gubernamental puede influir positivamente en el proceso de difusión de las modernas tecnologías de riego: por ejemplo, formando y asesorando a los agricultores para que se familiaricen con su empleo y sus ventajas, subvencionando la compra e instalación de los nuevos equipos, penalizando la escorrentía y el drenaje excesivos, o fomentando la investigación dirigida a mejorar la fiabilidad y eficiencia de estas técnicas y a disminuir el coste de su implantación y mantenimiento. En países como Israel, donde ha tendido a primarse en gran medida la autosuficiencia alimentaria, o en países desarrollados con una importante protección externa de su producción agraria, lo que se incentiva es el aumento de la producción (mejora de rendimientos) utilizando más capital, y por tanto, se están creando incentivos artificiales para la introducción de modernas tecnologías de riego<sup>12</sup>. Pero la intervención pública también puede desalentar la innovación en el riego: en concreto, los precios del agua fuertemente subvencionados suponen un gran obstáculo a la difusión de estas tecnologías. Sin embargo, conviene hacer una precisión importante a todo lo expuesto: en ciertos casos el coste de inversión para generar recursos adicionales mediante mejoras en conducciones y equipos de riego puede ser tan elevado que difícilmente compense acometer las obras precisas, incluso contando con ayudas públicas importantes.

#### **4. La «opción técnica» entendida como alternativa de la «opción institucional»**

Como se señaló al comienzo de este trabajo, la utilización de la tecnología como alternativa al diseño de incentivos en la labor de gestión de recursos naturales (casi siempre por

---

11 Como señala Garrido (1995), es importante tener en cuenta que los resultados de Cawell y Zilberman (1985 y 1986) sobre los factores que incentivan la introducción de técnicas de riego ilustran el signo de los cambios *ceteris paribus* gran parte de los parámetros relevantes. Sin embargo, es necesario evaluar empíricamente el impacto global de los mecanismos inductores del cambio cuando las respuestas son de signo contrario; por ejemplo, cuando concurren bajos precios del agua con suelos de buena calidad y altos costes unitarios de la aplicación del riego (p.e., debido a la necesidad de bombear gran altura de agua).

12 Con carácter general, puede afirmarse que mientras el cultivo de regadío obtenga en el mercado precios suficientemente altos, de manera que el costo del agua sea una fracción pequeña del costo total, la conducta normal del agricultor será en primera instancia la de maximizar la superficie regada, y sólo después minimizar los costos por vía de reducción de *inputs* por unidad de superficie; a su vez, las mejoras de eficiencia técnica en la utilización del agua de riego no supondrán un ahorro en la cantidad total de agua utilizada por el agricultor, sino que dichas mejoras de eficiencia serán utilizadas para poner en riego nuevas tierras, es decir, se trata de maximizar el producto con los caudales disponibles (Carles 1997: 280). Esto último es aplicable, por ejemplo, al regadío competitivo de la Comunidad Valenciana, donde además se da un llamativo contraste: a pesar de la gran eficiencia técnica en la utilización del agua por parte de los agricultores individuales, hay una tendencia a largo plazo a una explotación global insostenible de los acuíferos (con los que se riegan el 50% de las tierras), dada la deficiente definición de derechos de propiedad.

evitar conflictos sociales con importantes costes políticos), encuentra dos claros ejemplos en la política hidrológica española y en el Plan Hidrológico Insular de Tenerife. Pues bien, como tendremos ocasión de comprobar a continuación, en ambos casos la moraleja es la misma: cuando la «opción tecnológica» y la «opción institucional» no se desarrollan a un tiempo —esto es, como elementos complementarios en la gestión del agua—, sólo se consigue aplazar crecientes problemas y encubrir viejos conflictos.

Históricamente la política hidrológica española ha estado sesgada hacia la técnica y la infraestructura —generación de oferta—, obviando por completo las grandes posibilidades que ofrece el marco institucional para actuar sobre la demanda. Es decir, durante el largo periodo de vigencia del «paradigma de obras hidráulicas», que prácticamente ha dominado los últimos cien años de la gestión del agua en España, la «opción técnica» se ha entendido casi como una alternativa excluyente frente al diseño de incentivos: la atención se ha centrado en la constante generación de nuevas disponibilidades ‘a golpe de infraestructura’, con objeto de satisfacer unas demandas *tomadas como dadas* y linealmente crecientes con el proceso de desarrollo; el Estado, en la identificación implícita del agua con un bien público, se ha hecho cargo —vía impuestos generales— de la promoción y financiación de los nuevos proyectos de regulación y transporte —mayoritariamente orientados al regadío y legalmente calificados «de interés general»—, quedando prácticamente ausentes las consideraciones relativas a la calidad, el medio ambiente hídrico y los recursos subterráneos (Arrojo, 1996).

Sin entrar ahora en un análisis concreto, es evidente que esta peculiar forma de entender la gestión del agua encontró una clara justificación histórica en sus comienzos. Sin embargo, muchas cosas fueron cambiando con el tiempo (el peso de la agricultura, los valores, la aparición de nuevos actores y nuevos argumentos antes ignorados en el debate público sobre el agua, etc.), de manera que las razones que un día sirvieron para justificar esta *forma de hacer* poco a poco fueron perdiendo legitimidad. Sin embargo, a pesar de sus crecientes ineficiencias, el paradigma de obras hidráulicas se ha mantenido prácticamente vigente hasta los primeros años noventa, momento en el que pareció empezar a ceder terreno al abrirse un tímido debate en torno al diseño del futuro Plan Hidrológico Nacional.

Por un lado, es cierto que el cambio hacia un nuevo paradigma hidrológico parece inevitable, dado que los límites físicos se hacen cada vez más patentes (lo que dispara los costes financieros y ecológicos de los nuevos proyectos hidráulicos de regulación). En este sentido, se trata de transformar por completo el perverso sistema de incentivos que hoy rodea la utilización agua —incapaz de transmitir al usuario los problemas reales de disponibilidad que rodean al recurso en nuestro país—, orientando la gestión hacia la demanda a través de mecanismos institucionales (tarificación, aspectos de organización del riego, mejora de procesos de decisión, posibilidades de intercambio de derechos de uso, normas sobre material hidráulico utilizable, campañas educativas, etc.), con una concepción integrada del aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas, y un mayor peso de consideraciones ambientales, aspectos cualitativos y criterios económicos (Aguilera, 1998).

Sin embargo, por otro lado, el necesario cambio de paradigma encuentra grandes resistencias. No en vano, la forma tradicional de entender la gestión del agua, aplicada de forma sostenida a lo largo de casi cien años, ha consolidado hábitos y actitudes respecto al recurso agua que es difícil modificar de la noche a la mañana<sup>13</sup>, a lo que hay que añadir toda una

---

13. El siguiente texto de Martínez Gil (1998) pone de manifiesto de forma bastante gráfica hasta qué punto una política hidráulica centrada en la «opción técnica» ha llegado a cambiar la percepción que tenemos del

serie de factores quizás más palpables (inercias administrativas, intereses creados, impopularidad política de determinadas reformas institucionales con elevados costes sociales, etc.) (Pérez Díaz *et al.*, 1996). De hecho, mediante el continuo recurso a la infraestructura se han ido retrasando una y otra vez reformas importantes (régimen económico-financiero del agua, sistema concesional, vacío legal respecto a la gestión técnico-económica de las comunidades de regantes, etc.), en una especie de «huida hacia adelante» que simplemente ha servido para encubrir temporalmente graves problemas estructurales que tienen su origen en el propio sistema de incentivos (y que en los períodos de intensa sequía han vuelto a hacerse evidentes).

Otro claro ejemplo de preeminencia de la «opción técnica» sobre la «opción institucional» en la gestión del agua lo constituye el Plan Hidrológico Insular de Tenerife. Para poder entender qué se quiere decir con ello y por qué se ha llegado a tal situación es preciso recordar brevemente sus antecedentes.

En Tenerife se dio exactamente el mismo problema al que se hizo alusión en la segunda sección de este trabajo: una total inadecuación entre cambio técnico y marco institucional. Las aguas subterráneas —fuente básica de abastecimiento— eran asignadas por el mercado, a pesar de que no se cumplían los requisitos mínimos para su buen funcionamiento. Así, en Canarias el agua era teóricamente un bien de propiedad privada, pudiéndose vender (en forma de acciones de una Comunidad de Aguas) a quien estuviera dispuesto a pagar más por ella. Sin embargo, en la práctica los derechos de propiedad no estaban bien definidos, y por tanto, no podían garantizarse: la propiedad de las aguas subterráneas sólo se adquiría efectivamente cuando éstas eran alumbradas (lo que, curiosamente, no era impedimento para que los derechos sobre el agua se transfirieran en el mercado, donde por otra parte no se tenían en cuenta posibles efectos sobre terceros). Quedaba así configurada una situación de libre acceso en la que los individuos aplicaban la «regla de la captura», especialmente incentivados por las oportunidades de beneficio que ofrecía el negocio del agua y haciendo uso de las sucesivas mejoras técnicas en la extracción y la perforación. El resultado: agotamiento progresivo del acuífero y crecientes deseconomías externas que los agentes se imponían mutuamente, conduciendo a una fenomenal dilapidación de recursos en la continua perforación de nuevos kilómetros de pozos y galerías (Aguilera y Rodríguez Brito, 1989; Domínguez, 1996)<sup>14</sup>.

Dado el deterioro acelerado del acuífero, y con el estímulo añadido de la aprobación de la Ley nacional de Aguas de 1985 (que declaraba el dominio público hidráulico y la competencia del Estado para llevar a cabo una planificación hidrológica a la que había de some-

---

recurso agua: «En las regiones de hidrología mediterránea, las demandas ancestrales de agua más importantes han sido para atender las necesidades de los cultivos, que durante milenios estuvieron restringidas a las posibilidades técnicas del azud, el pozo y la noria. Es así como surgió una cultura milenaria de eficiencia y valoración de un recurso cuya disponibilidad está limitada. Hoy en día esa percepción ha cambiado, porque la tecnología de la gran obra hidráulica es capaz de ofrecer cualquier fantasía. De esta suerte, extensas regiones que nunca soñaron con el agua aspiran ahora a convertirse en zonas de regadío o en polígonos industriales consumidores de un agua que no tienen [...] Todo es ya técnicamente posible. El orden hidrológico natural puede ser trastocado hasta situaciones impensables».

14 Según Rodríguez Brito (1995: 48), en 1990 en Tenerife había unos 1.627 kilómetros perforados de galerías, resultado de un continuo aumento desde principios de siglo. Sin embargo, de acuerdo con Pérez-González (1988: 41), «del millar de galerías abiertas en Tenerife casi quinientas son estériles, y otras trescientas treinta apenas producen el 12% de los 5.560 l/s (175 Hm<sup>3</sup> anuales) extraídos por este procedimiento». Por otra parte, junto a este caos en la «producción», el sistema privado de transporte de agua ha llevado a desperdiciar evidentes economías de escala: miles de pequeñas tuberías, cuyo trazado —lleno de duplicidades— no responde a racionalidad global alguna.

terse toda actuación sobre dicho dominio), el gobierno insular intentó llevar a cabo una reforma institucional que —siguiendo las dos líneas básicas marcadas por la Ley de 1985— permitiera enderezar el dramático proceso de agotamiento de las aguas subterráneas. Así surgió la Ley canaria de 1987, que establecía —en su Disposición Transitoria Tercera— que los derechos privados de uso de agua se otorgarían mediante concesión pública «durante un periodo inicial de 15 años, prorrogables por periodos sucesivos de igual número de años hasta alcanzar el plazo original de vencimiento de la concesión». Sin embargo, la normativa fue interpretada por los propietarios de agua como una «expropiación sin indemnización», y finalmente no llegó a aplicarse: el nuevo gobierno surgido de las elecciones, que se celebraron al mes siguiente de ser aprobada la ley, decidió suspender su aplicación y elaborar otra nueva normativa. La nueva Ley apareció en 1990, manteniendo en líneas generales el contenido de la de 1987, pero con la importante salvedad de señalar que los derechos privados *adquiridos* pasaban a conservarse durante 75 años. De esta forma se salvaba el delicado escollo de la cuestión de la propiedad del agua y se abría la posibilidad de elaborar un Plan Hidrológico Insular en Tenerife.

Ahora bien, el mercado de aguas siguió funcionando en esencia como antes<sup>15</sup>: huyendo del enfrentamiento con los propietarios de agua, se abandonó toda pretensión de reforma en profundidad de las «reglas del juego». El mensaje político del conflicto de 1987 había sido claro: «la problemática del agua no era conveniente abortarla a través de un nuevo marco de derechos de propiedad». En vez de seguir por esa vía, el Plan Hidrológico Insular se centró en desarrollar opciones técnicas para aumentar el suministro de agua (básicamente a través de la desalación de agua salobre y marina, pero también construyendo infraestructura para la reutilización de aguas residuales depuradas y el almacenamiento de aguas superficiales —excedentes en invierno—). De este modo, se cerrada «la opción socialmente más conflictiva de la gestión del acuífero, y se [abría] la opción tecnológica basada principalmente en actuaciones planteadas desde el lado de la oferta». El problema del agua casi «desapareció», y con él, el intenso debate público sobre la gestión del agua; la discusión pasó plantearse ahora en términos estrictamente técnicos, entre «técnicos» ingenieros, y sin trascender para nada a la opinión pública<sup>16</sup> (Aguilera *et al.*, 1998: 17).

Para algunos la tecnología de desalación, a falta de ver cómo se configura el marco institucional que regule su aplicación<sup>17</sup>, puede contribuir a medio y largo plazo a mejorar la situación del acuífero al disminuir la presión extractiva sobre el mismo. En cualquier caso, «existen serias dudas sobre la posibilidad de una aplicación generalizada de esta tecnología como sustituto perfecto de un acuífero, debido a los elevados costes ambientales y también monetarios que puede generar su aplicación» (Aguilera *et al.*, 1998: 6). En concreto, frente a las opciones ‘limpias’ y baratas de gestión de la demanda de agua —que se han

15 Aunque *formalmente* la Ley estableció algunos controles: vigilancia de situaciones de poder de mercado, posibilidad de fijación de precios máximos en las transacciones de agua, establecimiento de restricciones legales a los derechos sobre el agua en caso de sobreexplotación, etc.

16 Según el Plan Hidrológico de Tenerife, en el año 1991 no se desalaba agua en la isla ni se reutilizaba agua depurada. Sin embargo, en el año 2000 la desalación rondará el 5% de los recursos disponibles y el agua depurada el 10%. Con todo, las galerías y los pozos seguirán representando un porcentaje importante de la «producción» de agua, casi el 80%, cubriendo el resto por los manantiales y las balsas (Aguilera *et al.*, 1998: 18).

17 De nuevo aparece aquí la idea desarrollada en el apartado 2: si el entramado de reglas no evoluciona para adaptarse a los cambios técnicos, pueden surgir problemas ambientales importantes por un «vacío institucional». En el caso de la desalación, por ejemplo, es preciso elaborar un sistema de autorización de vertidos salobres. Por otro lado, en el caso de la reutilización de aguas depuradas deben quedar perfectamente reguladas las condiciones de calidad precisas para cada tipo de uso posterior.

ignorado para evitar potenciales conflictos—, hay que considerar que la desalación presenta una serie de problemas importantes que ponen en cuarentena el desorbitado optimismo tecnológico reinante: por ejemplo, el aumento de la contaminación atmosférica y de la dependencia energética derivadas del mayor uso de combustibles fósiles para generar electricidad, el impacto de la salmuera (principal residuo de los procesos de desalación), o la intrusión marina y el deterioro del acuífero —a veces irreversible— que derivan de la sobreexplotación provocada por la utilización de agua salobre para su desalación. Sin embargo, la percepción de estos problemas se ha visto dificultada por la ausencia de información y de discusión pública. Por otra parte, es importante señalar que la «opción tecnológica» pura esconde conflictos intra e intergeneracionales, en la medida en que lleva aparejados ciertos problemas de deterioro gradual del acuífero y contaminación atmosférica (Aguilera *et al.*, 1998: 25).

## 5. Conclusión

A través de ejemplos concretos relativos a la gestión del agua, en este trabajo se han analizado tres aspectos básicos de la relación entre marco institucional, cambio técnico y gestión de recursos naturales que giran alrededor de una misma idea: la necesidad o no de intervención pública (y —en su caso— la forma que ésta debe adoptar) va ligada, necesariamente, a las posibilidades técnicas del momento. Primero, el rápido cambio técnico requiere una frecuente readaptación institucional para evitar «vacíos normativos» que generen problemas graves en la explotación de recursos naturales, y en dicha readaptación el Estado ha de tener un papel fundamental (lo cual, como se ha visto en el caso californiano, no significa negar que la citada readaptación pueda ocasionalmente venir de la propia iniciativa de los individuos). Segundo, pueden encontrarse ejemplos de dependencia mutua entre marco institucional e innovación técnica. Por un lado, la necesidad de intervención pública (o la forma que ésta debe adoptar) está abierta a continua revisión en la medida en que el cambio técnico permite desarrollar nuevas soluciones institucionales antes desconocidas o demasiado costosas. Por otro, el marco institucional es a menudo un condicionante decisivo para que resulte racional la introducción de nuevas tecnologías en la gestión de recursos naturales, y en este sentido la actuación gubernamental puede resultar importante. Por último, la técnica y la infraestructura no deben suplantar a los incentivos en las políticas públicas relacionadas los recursos naturales, porque a la larga sólo se logran encubrir problemas que luego resultan más difíciles de resolver.

Plantear estas cuestiones —por más que puedan parecer evidentes— es oportuno, especialmente desde una perspectiva económica. De hecho, las relaciones entre cambio técnico, recursos naturales y marco institucional han recibido muy poca atención por parte de los economistas hasta tiempos bastante recientes, lo cual no es extraño si tenemos en cuenta cuál ha sido la evolución del pensamiento económico. Por un lado, la tecnología ha sido tratada tradicionalmente en Economía como un factor exógeno, incluso en los estudios dinámicos sobre crecimiento económico. Por otro, los recursos naturales desaparecieron de la agenda de investigación de los economistas con el progresivo divorcio entre *lo económico* y el mundo físico-natural que tuvo lugar a partir de la escuela clásica de Economía (Naredo, 1987), y sólo desde la década de 1970 —con la crisis energética y el creciente deterioro ambiental— volvieron a ser un tema importante de investigación. Por último, los aspectos institucionales —que aún hoy reciben una atención bastante tibia por parte de buena parte de la profesión— desaparecieron de la corriente principal de la Economía con

el triunfo del marginalismo a finales del siglo XIX. Precisamente por ello, el tratamiento de la intervención pública por parte de los economistas ha sido durante mucho tiempo excesivamente *naïve*. Así, según la arraigada tradición de la Economía del Bienestar, la intervención estatal respondía a la necesidad de corrección de los «fallos del mercado», identificados por comparación de la realidad con un modelo teórico ideal; sin embargo, hoy parece bastante claro que el Estado no es una realidad neutra, y que su intervención tiene costes (administrativos, de control y vigilancia, etc.) y está sujeta a los «fallos» propios del proceso político (relacionados con los grupos de presión, el aparato burocrático, los problemas de información, etc.), por lo que se impone una comparación de las distintas posibilidades institucionales *imperfectas* teniendo en cuenta cuáles son las circunstancias concretas del problema.

### Bibliografía

AGUILERA, Federico (1998). «Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales», en *Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas*, Zaragoza, 14-18 septiembre, pp. 15-31.

— (1992), *Economía del Agua*, Madrid, MAPA, Secretaría General Técnica.

— PÉREZ MORIANA, E., y SÁNCHEZ GARCÍA, J. (1998). «Valoración ambiental del agua subterránea en un contexto insular: el caso de Tenerife (Islas Canarias)», Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de La Laguna, Documento de Trabajo 97/98-16, mayo.

— y RODRÍGUEZ BRITO, Wladimiro (1989). «Aspectos económicos del agua subterránea en Canarias: las tres caras de un problema», en Aguilera, F. y Nunn, Susan C. (eds.) (1989), *Problemas en la gestión del agua subterránea: Arizona, Nuevo México y Canarias*, La Laguna, Universidad de La Laguna, Secretariado de Publicaciones.

ARROJO, Pedro (1996). «Presentación» al número monográfico «Dónde estamos y qué se puede aportar hoy desde la ciencia económica a la gestión hidráulica», *Cuadernos Aragoneses de Economía*, 2<sup>a</sup> época, vol. 6, nº 1.

AXELROD, R. (1986). *La evolución de la cooperación. El dilema del prisionero y la teoría de juegos*, Madrid, Alianza.

BARDHAN, Pranab (1993). «Symposium on Management of Local Commons», *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 7, nº 4, fall, pp. 87-92.

BARZEL, Yoram (1989). *Economic Analysis of Property Rights*, New York, Cambridge University Press.

BATISTA, José Antonio (1994). *Perspectivas socioeconómicas en la administración de recursos naturales bajo regímenes de propiedad común*, La Laguna, trabajo realizado a ayuda de la Secretaría General Técnica del MAPA, 1994.

BLOMQUIST, William (1995). «Institutions for Managing Groundwater Basisns in Southern California», en Dinar y Tusak (1995), pp. 43-59.

— y OSTROM, Elinor (1992). «Capacidad institucional y solución al dilema de los recursos de propiedad común», en Aguilera (1992), pp. 383-402.

BROMLEY, Daniel W. (1991). *Environment and Economy. Property Rights and Public Policy*, Oxford, Basil Blackwell.

— y CERNEA, M. M. (1989). *The management of common property natural resources. Some conceptual and operational fallacies*, Washington, D.C., World Bank (World Bank Discussion Papers, 57).

CARLES, José (1997). «La administración pública del agua», en Naredo, J.M. y López-Gálvez, J. (eds.)(1997), *La gestión del agua de riego*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones, pp. 261-291.

CASWELL, M., y ZILBERMAN, D. (1985). «The Choices of Irrigation Technologies in California», *American Journal of Agricultural Economics*, 67, pp. 224-234.

— (1986) «The Effects of Depth and Land Quality on the Choice of Irrigation Technology», *American Journal of Agricultural Economics*, 68, pp. 798-811.

CIRIACY-WANTRUP, S.V. (1995). «Los recursos naturales en el crecimiento económico: el papel de las instituciones y de las políticas» [1969], en Aguilera, F. (1995)(ed.), *La economía de los recursos naturales: un enfoque institucional. Textos de S.V. Ciriacy-Wantrup y K.W. Kapp*, Madrid, Visor-Fundación Argentaria, pp. 55-67.

COASE, R.H. (1994). *La empresa, el mercado y la ley*, Madrid, Alianza.

DINAR, Ariel, y ZILBERMAN, David (1994). «Economía de las tecnologías modernas de riego: lecciones de la experiencia israelí», *Revista de Estudios Agro-Sociales*, nº 167 (1/94), MAPA, Secretaría General Técnica, pp. 155-183.

DINAR, Ariel, y TUSAK, Edna (eds.)(1995). *Water Quantity/Quality Management and Conflict Resolution. Institutions, Processes, and Economic Analyses*, Westport, Praeger.

DOMÍNGUEZ, Antonio (1996). «El mercado del agua en Canarias», en Embid, Antonio (dir.)(1996), *Precios y mercados de agua*, Madrid, Civitas, pp. 273-303.

FERNÁNDEZ DE CASTRO, Juan (1997). «La economía del agua: la viabilidad de un mercado», La Laguna, Universidad de La Laguna, Facultad de CC. EE. y EE., Documento de Trabajo 96-97/08.

GALILEA, Pedro (1998). «Las aguas subterráneas como recursos de propiedad común: aprendiendo de la experiencia californiana», comunicación presentada en el *Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas*, Zaragoza, 14-18 septiembre.

GARRIDO, Alberto (1996). «¿Qué papel pueden jugar los mercados de agua?», en Embid, Antonio (dir.)(1996), *Precios y mercados de agua*, Madrid, Civitas, pp. 305-318.

— (1995) Documentación presentada en el *II Curso de Postgrado sobre Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente* (Universidad de Alcalá de Henares).

GIL GARCÍA, Francisco (1994). «La política de calidad de aguas en España», en Azqueta, Diego, y Ferreiro, Antonio (eds.) (1994), *Ánalisis económico y gestión de recursos naturales*, Madrid, Alianza, pp. 345-358.

GIL IBÁÑEZ, José Luis, y de MATEO, Fernando (comps.) (1994). *Legislación sobre aguas: normativa estatal, autonómica y comunitaria. Concordancias. Jurisprudencia del Tribunal Constitucional y del Tribunal Supremo*, Madrid, Colex (1<sup>a</sup>ed.).

GÓMEZ, Carlos M. (1995). «Los instrumentos económicos en la política ambiental de España y la Unión Europea», *Economistas*, nº 64, número extraordinario, año XIII, pp. 435-439.

HARDIN, Garret (1989). «La tragedia de los espacios colectivos» [1968], en Daly, Herman E. (comp.), *Economía, ecología, ética. Ensayos hacia una economía en estado estacionario* [1980], México, F.C.E., pp. 111-124.

LÓPEZ SANZ, Gregorio (1998). *La gestión del agua subterránea en la cuenca alta del río Guadiana: de la confrontación a la cooperación*, Ciudad Real, Diputación Provincial.

LOSADA, Alberto (1997). «Marco técnico de la gestión del agua de riego», en Naredo, J.M. y López-Gálvez, J. (eds.) (1997), *La gestión del agua de riego*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones, pp. 357-382.

MAESTU, Josefina (1997). «Dificultades y oportunidades de una gestión razonable del agua en España: la flexibilización del régimen concesional», en Naredo (ed.) (1997), pp. 121-140.

MARTÍNEZ GIL, Francisco Javier (1998). «El desgobierno del agua», *Ecosistemas*, nº 26.

NAREDO, José Manuel (1997)(ed.). *La economía del agua en España*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones.

— (1995), «Información y gestión económica del agua», Jornadas sobre *El Río Tajo, Cauce para la Solidaridad*, Fundación Puente Barcas, Aranjuez, 21 y 22 de abril.

— (1987) *La economía en evolución. Historia y categorías básicas del pensamiento económico*, Madrid, Siglo XXI (la 2ª edición -revisada y actualizada- es de 1996).

— LÓPEZ-GÁLVEZ, José, y MOLINA, Jerónimo (1993). «La gestión del agua para regadío. El caso de Almería», *El Boletín* (MAPA), nº 9, noviembre, pp. 15-22.

NORTH, Douglass C. (1993). *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico* [1990], México, FCE.

OCDE (1990). «Instrumentos económicos para la protección del medio ambiente» [1989], *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, nº 2, pp. 215-275.

OSTROM, Elinor (1990). *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge (Mass.), Cambridge University Press.

PADRÓN, Noemí (1992). «La política de medio ambiente desde un enfoque institucional: objetivos e instrumentos», *IV Congreso Nacional de Economía*, Aranzadi.

PÉREZ-DÍAZ, Víctor, MEZO, Josu y ÁLVAREZ-MIRANDA, Berta (1996). *Política y Economía del Agua en España*, Madrid, Círculo de Empresarios.

PÉREZ GONZÁLEZ, Ramón (1988). «Propiedad y administración del agua en Canarias», en Gil Olcina A., y Morales Gil, A. (eds.)(1988), *Demandas y Economía del Agua en España*, Alicante, Caja de Ahorros del Mediterráneo-Instituto de Estudios Juan Gil-Albert, pp. 39-44.

RODRÍGUEZ BRITO, Wladimiro (1995). *El agua en Canarias y el siglo XXI*, Las Palmas, Cabildo Insular de Gran Canaria.

SADAN, E., y BEN-ZVI, R. (1987). «The Value of Institutional Change in Israel's Water Economy», *Water Resources Research*, Vol. 23, nº 1, pp. 1-8.

SÁNCHEZ, Julio, y DUARTE, Mª Rosa (1996). «La función de demanda de agua de la agricultura en la economía aragonesa», *Cuadernos Aragoneses de Economía*, 2ª época, vol. 6, nº 1, pp. 113-143.

SERNA, Juan, y GAVIRIA, Mario (Dir.).(1995). *La quimera del agua. Presente y futuro de Daimiel y La Mancha Occidental*, Madrid, Siglo XXI.

SHAMIR, Uri (1993). «Desarrollo y gestión de los recursos de agua subterránea: principios generales y el caso de Israel», en ITGE (1993). *Las aguas subterráneas. Importancia y perspectivas*, Madrid, pp. 135-153.

SUMPSI, José María (1994). «El régimen económico-financiero del agua y la agricultura», *Revista de Estudios Agro-Sociales*, nº 167 (1/94), MAPA, Secretaría General Técnica, pp. 59-88.

— (1998). «Efectos de las políticas tarifarias sobre la demanda de agua, renta agraria y recuperación de costes en la agricultura de regadío en España», en *Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas*, Zaragoza, 14-18 septiembre, pp. 351-376.

WADE, Robert (1992). «La gestión de los recursos de propiedad común: la acción colectiva como alternativa a la privatización o a la regulación estatal», en Aguilera (1992), pp. 403-425.