



Una visión sostenibilista sobre la escasez del agua dulce en el mundo

Beatriz Escribano Rodríguez de Robles

Profesora Titular de Escuela Universitaria. Terrassa
escribano@catunesco.upc.edu

Resumen

El acceso al agua dulce ha sido a lo largo de la historia de la humanidad *una fuente de poder o de conflicto*. También conocemos experiencias desafortunadas de antiguas civilizaciones poderosas que llegan al colapso por escasez o por una mala gestión del agua dulce. El objetivo de este estudio es el *análisis multidisciplinar de la escasez de agua dulce en el mundo*. Para aproximarnos, desarrollamos algunos factores, no todos, sin perder de vista el marco de la sostenibilidad: el concepto de escasez de agua, la presión demográfica, el uso del agua en la agricultura, los indicadores vinculados a la escasez hídrica, la tecnología utilizada y la gestión compartida de una cuenca.

Descriptores: sostenibilidad, agua dulce, escasez, población, tecnología, gestión

Title: Sustainability and the world's freshwater scarcity

Abstract: The access to freshwater along human history has been a source of *power and the root of disputes*. We also know of the unfortunate experiences of once powerful civilisations that collapsed due the freshwater scarcity or their poor freshwater management. The aim of this study is to undertake a *multidisciplinary analysis of freshwater scarcity in the world*, focusing particularly on certain factors, though not all, and without ever losing sight of the overall objective of sustainability: the scarcity freshwater concept, the demographic pressure, the water use in agriculture, the scarcity freshwater indicators, the technology role and the shared water management.

Keywords: sustainability, freshwater, scarcity, population, technology, management

1 Introducción

A escala global, el agua dulce no es escasa. Sin embargo *la disponibilidad de los recursos hídricos no es la misma en los diferentes continentes*, ni tampoco existe una relación entre la población y la disponibilidad de agua dulce. Además, en cada continente existe disparidad entre regiones, algunas de las cuales se encuentran en situaciones extremas de desarrollo, se pueden detectar grandes diferencias entre ciudades, pueblos y comunidades de la misma región. La escasez de agua dulce puede generar conflictos tanto entre países como dentro de un mismo país o región. Algunos líderes mundiales ya han anunciado que el acceso de agua dulce será una de las principales fuentes de conflicto en el mundo, de hecho, ya hace tiempo que es motivo de disputa entre países. A lo largo de la historia de la humanidad, asegurar el acceso al agua dulce ha sido vital para la estabilidad social de las culturas y las civilizaciones. El acceso al agua dulce se convirtió en una fuente de poder o en una fuente de discordia que ha generado grandes conflictos desde tiempos inmemoriales. Se conocen experiencias desafortunadas de antiguas civilizaciones poderosas que llegan al colapso por una mala gestión del agua dulce.

La escasez de agua dulce se puede visualizar bajo muchos aspectos, quedando reflejado en una de las definiciones del Informe sobre Desarrollo Humano 2006 de las Naciones Unidas donde se establece que: “La escasez de agua puede ser física, económica o institucional y, como el agua misma, puede fluctuar en el tiempo y en el espacio”.

Todo lo expuesto nos conduce de forma imperativa a visualizar este recurso de manera *interdisciplinar y en el marco de la sostenibilidad*. Tomando como referencia básica la definición del concepto de Desarrollo Sostenible del Informe de la Comisión Brundland (1987), entenderemos que: “El desarrollo del recurso hídrico de agua dulce es sostenible si existe un desarrollo capaz de satisfacer las necesidades en cantidad y calidad de agua dulce a nuestras generaciones humanas y a los ecosistemas del planeta sin impedir que las futuras generaciones satisfagan sus propias necesidades”.

2 Objetivos

El objetivo de este trabajo *es el análisis multidisciplinar de la escasez de agua dulce en el mundo*. Para aproximarnos a ello, se intentará conocer, desarrollar y profundizar algunos factores determinantes vinculados a este tema y ubicados en el marco de la sostenibilidad.

El primer factor a considerar es *la población*. El aumento de los habitantes en el mundo tiene como consecuencia implícita la reducción de disponibilidad de agua dulce por persona. Dicha disponibilidad disminuye con la reducción de la calidad del agua debido a su creciente contaminación. En el siglo XX, el mundo ha triplicado la población y ha multiplicado por seis el uso del agua (Rijsberman, 2003).

La pregunta es: *¿Cómo influye la presión demográfica en la escasez de agua dulce en el mundo?*

El mayor desafío de nuestro siglo es alimentar a toda la población del mundo, *la escasez de agua*

nos conduce al hambre y la pobreza. El 70% del uso del agua se utiliza para la agricultura. De aquí que nuestro segundo punto a estudiar es el uso del agua dulce en la agricultura. En muchas regiones del mundo el clima y la falta de agua es desde hace mucho tiempo una realidad, pero en otros casos la tecnología no adecuada para el regadío y la explotación de las aguas superficiales y subterráneas de forma insostenible (por encima de su tasa de renovación) conducen a la población afectada a buscar agua cada vez más lejos. Si las previsiones de crecimiento demográfico se mantienen, en el año 2050 los sistemas agrícolas del mundo deberán alimentar a 2.400 millones de personas más (PNUD, 2006).

La pregunta es *¿Cómo se puede conseguir alimentar a la población mundial con la disponibilidad de agua dulce en el mundo?*

Los índices e indicadores son herramientas para medir y detectar un estado. Así como nos ayudan ver la evolución de las tendencias en el tiempo y en el espacio. Existe un gran debate complejo por parte de muchos científicos entorno a los indicadores e índices para medir el ambiguo concepto de la escasez de agua.

La pregunta es: *¿Qué indicadores nos van a permitir identificar los problemas y realizar un seguimiento de tendencias de los distintos aspectos que determinan la escasez de agua?*

Otro factor a considerar es la tecnología. *El papel de la tecnología es decisivo y esperanzador para conseguir logros de avance y bienestar humano.* La tecnología no es ni buena ni mala, es neutra, lo que sí es cierto es que su uso puede tener consecuencias positivas o negativas a corto o largo plazo. Hoy por hoy, para poder satisfacer la creada demanda de agua dulce, se utiliza cada vez más tecnología.

En consecuencia la pregunta planteada es: *¿Cuál es el uso adecuado/sostenible de la tecnología para satisfacer las necesidades en agua dulce?*

La crisis de la gobernabilidad mundial es un hecho, y por tanto también se refleja también en la gobernabilidad del agua dulce. El agua circula por el mundo y se extiende en 264 cuencas transfronterizas, de las cuales aproximadamente un tercio son compartidas por más de dos países.

La pregunta es *¿Cómo debemos compartir esta agua entre los países?*

Es evidente que las respuestas no son fáciles, y que seguramente podríamos plantearnos muchas más preguntas, pero considero estos cinco interrogantes como suficientes para poder llegar a saber tener una visión sostenibilista del estado de la escasez de agua dulce en el mundo

3 Publicaciones de artículos de prestigio sobre la escasez de agua dulce en el mundo

El agua dulce es tema de *máxima actualidad* y centro de debate y discusión a todos los niveles geopolíticos (cumbres internacionales, encuentros nacionales, regionales y locales).

El estado de interés sobre el tema de la escasez de agua dulce queda reflejado en el número de

artículos que se han publicado desde 1987 hasta 2007 en revistas de prestigio. Para ello he utilizado de referencia las bases de datos de “Web of science” y de “Scopus”.

Desde 1987 a 2007	Título: water AND scarcity	Título- Resumen-palabras clave : water AND Título- Resumen-palabras clave: scarcity
Base de datos: Web of science Número de artículos	126	1.022
Base de datos: Scopus Número de artículos	129	1.629

Tabla 1. Número de artículos en revistas de prestigio. Elaboración propia, 2007

Como se aprecia en la tabla 1, aparecen 126-129 artículos que tengan las palabras “water” y “scarcity” en el título del artículo. Por otro lado existen 1.022 y 1.629 artículos donde las palabras “water” y “scarcity” se encuentran en el título o en el resumen o como palabra clave.

Published Items in Each Year

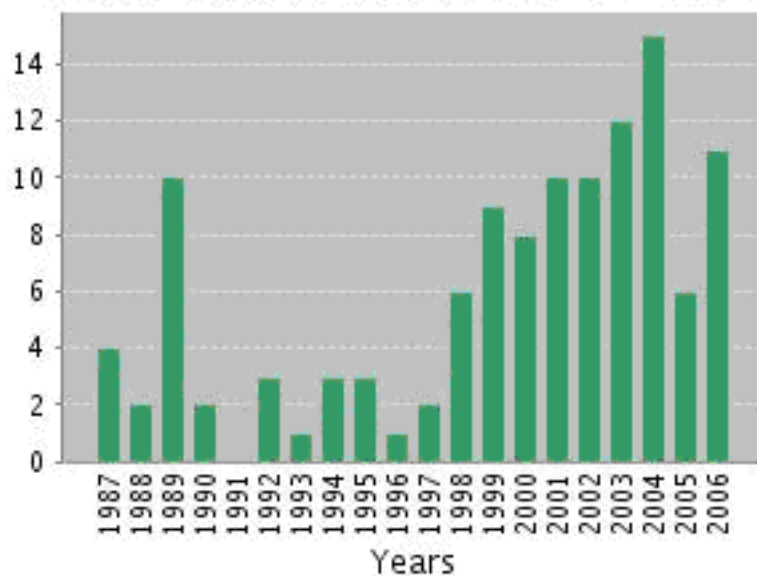


Tabla 2. Histograma de los artículos en cuyo título aparecen las palabras water y scarcity. Fuente: web of science, 2006

Para tener *una visión global* es interesante ver la evolución del número de artículos a lo largo de este periodo. Se puede apreciar la tendencia al alza y que de forma positiva ha evolucionado el interés sobre el tema de la escasez de agua en el mundo. En el histograma de la tabla 2 se detectan dos puntas relevantes de los 126 artículos, la primera el año 1989 y el 2004, ello puede estar justificado por la publicación del Informe Brundland en el 1987. Y, la segunda por el nombramiento al 2003 de año del agua dulce por las Naciones Unidas. Este tipo de acontecimientos invitan a prestar más atención a estos temas y por tanto a publicar más artículos. El grosso de publicaciones se sitúa entre el año 1998 y 2006 con un descenso considerable en los años 2005-2006.

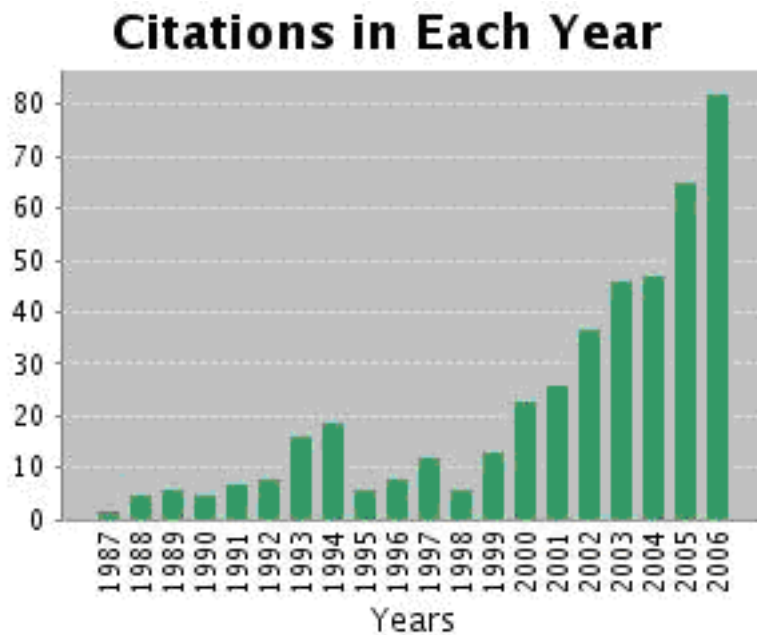


Tabla 3. Histograma del número de veces que han sido citados los artículos en cuyo título aparecen las palabras *water* y *scarcity*.
Fuente: *Web of science*, 2006

En la tabla 3 la evolución de las 447 citas de los 126 artículos se asimila a una curva exponencial, donde se acumulan las citas en los últimos años. La media de citas por artículo es de 3,55.

Published Items in Each Year

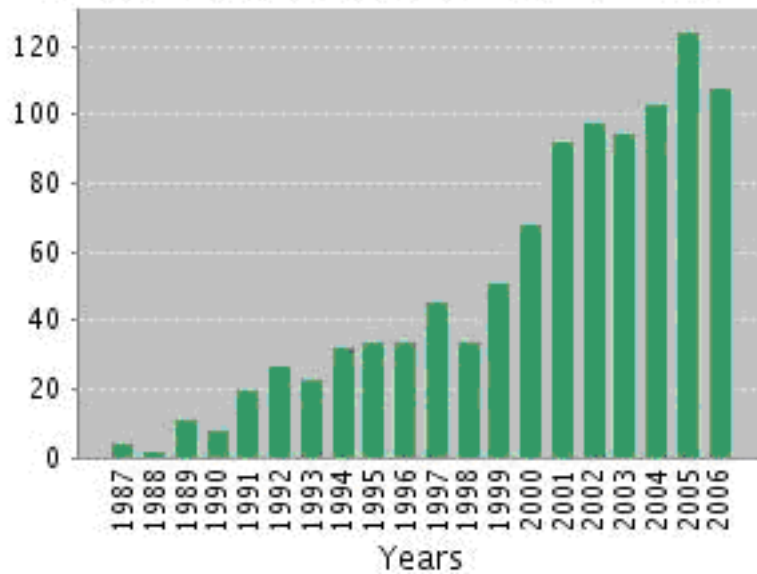


Tabla 4. Histograma de los artículos en cuyo título-resumen-palabras clave aparecen las palabras water y scarcity. Fuente: web of science, 2006

Citations in Each Year

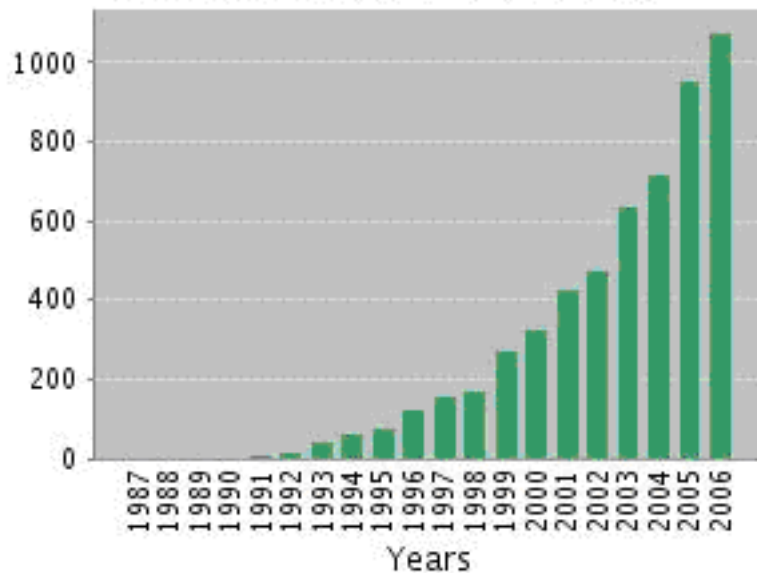


Tabla 5. Histograma del número de veces que han sido citados los artículos en cuyo título-resumen-palabras clave aparecen las palabras water y scarcity. Fuente: web of science, 2006

En la tabla 4 se ven recogidos los 1.022 artículos encontrados, y en la tabla 5 quedan recogidas 5.584 citas, la media de citas por artículo es de 5,46. Aquí también se dibuja una curva exponencial, donde *se acumulan las citas en los últimos años*.

Las tablas 2, 3, 4 y 5 nos muestran de forma relevante que el interés sobre la escasez de agua en el mundo va en aumento. Se ha podido constatar que la temática de la escasez de agua dulce en el mundo es muy transversal, esto implica que no nos podemos centrar en un sólo ámbito científico determinado de revistas. El tema es de *una gran multidisciplinaridad* y los artículos de prestigio provienen de distintos ámbitos científicos.

4 Los principales factores determinantes de la escasez de agua en el mundo

4.1 El concepto de escasez de agua

El agua se puede visualizar desde muchísimos aspectos. El agua es vida, cultura, economía, religión, salud, desarrollo, tecnología, compartir, gestionar, usar, conflicto, riqueza, belleza, seguridad y supongo que muchas cosas más. Todos estos atributos sobre el concepto de escasez de agua complican extremadamente el estudio, al mismo tiempo que lo hace más interesante y atractivo. Al ser un tema transversal y multidisciplinar, este concepto tiene *distintos ámbitos de aplicación* como geografía, política, economía, agricultura, institucional, gestión...

La escasez de agua puede ser física, económica o institucional y, como el agua misma, puede fluctuar en el tiempo y en el espacio. La escasez es, en última instancia, *una función de la oferta y la demanda*. Pero ambos lados de la ecuación oferta-demanda vienen determinados por opciones políticas y por políticas públicas (PNUD, 2006). Si definimos la escasez de agua dulce tan solo como física, se asocia la escasez de agua a la disponibilidad insuficiente de este recurso para satisfacer la demanda. Muchos hidrólogos suelen evaluar la escasez en volumen por habitante y año.

El agua no es un recurso estático como la tierra; el agua es cíclica, con importantes variaciones en el tiempo, en el espacio y en la calidad y todo ello es valorado por las personas y los ecosistemas. *Muchas sociedades visualizan el agua bajo otros aspectos*: cultura especial, religión y valores sociales, y no tan solo como un bien económico, estos otros valores influyen en la toma de decisiones de los responsables políticos sobre la gestión del agua. La FAO (1995) definió el agua como algo difícil de identificar y medir, ya que es un recurso fugitivo, fluye, se evapora, se filtra y se condensa y que a partir de los diferentes estados de ésta se establecen las bases de la economía de mercado y los derechos de propiedad sobre ella. El agua puede tener también un impacto muy negativo, cuando se presenta en forma de *inundación* o, en su ausencia, en forma de *sequía*, dándose este tipo de condiciones de forma alternante en un mismo lugar. La disponibilidad media anual en esta situación es poco representativa y por tanto no tiene ningún sentido medir la escasez de agua de forma física (Rijsberman, 2006).

Desde el punto de vista económico, entraría el juego de oferta-demanda, y el de *cómo y qué se debería internalizar al coste del agua*. Las instituciones son las responsables en regular y dar pautas para poder gestionar de forma compartida y equitativa las cuencas hídricas, sobre todo en el momento que se padece la falta de agua.

Existen bastantes más percepciones del concepto de escasez de agua. Por ejemplo, cuando un individuo no tiene acceso seguro y asequible a agua para satisfacer sus necesidades para beber, para lavar o para su bienestar, se dice que esta persona padece *inseguridad de agua*. Cuando un gran número de personas en una zona sufren inseguridad de agua durante un periodo de tiempo considerable, entonces podemos hablar que esta zona padece escasez de agua. Es importante anotar, sin embargo, que aquí, según Rijsberman, no se está exponiendo la definición más asumida de escasez de agua. Si una zona se califica como escasez de agua depende, primero de cómo han quedado definidas las necesidades de la población y del medio ambiente (Rijsberman, 2006).

Otros científicos y científicas, en vez de hablar de escasez de agua, hablan de *pobreza de agua*. En esta denominación queda claro la estrecha relación que existe entre la pobreza (en sentido amplio) y el agua. Existe pobreza de agua cuando una nación o región no puede afrontar el coste de ésta saneada sostenible para toda la población de forma indefinida (Feitelson y Chenoweth, 2002). Esta definición es una adaptación de la definición del concepto de desarrollo sostenible contemplada en el Informe Brundland de las Naciones Unidas publicado en 1987. Cuando se contemplan las *necesidades de agua de calidad*, podemos estar hablando de agua depurada o tratada, no tiene porque ser agua procedente de un recurso natural. Cuando afrontamos el coste del agua, se plantea el deber de internalizar los costes ambientales del agua y el valor del agua por ella misma.

Para concluir, la escasez de agua es un *concepto mucho más complejo* que simples indicadores, especialmente los indicadores físicos. Si se observa la escasez de agua de forma más analítica, se detecta problemas de medición y gran variedad de posibles interpretaciones, para construir una imagen bien ajustada de la problemática debemos tener en cuenta los aspectos físicos, los aspectos sociales y económicos (Wolfe y Brooks 2003).

4.2 La población

Las *presiones sobre el sistema hidrológico continental* aumentan según el ritmo de crecimiento demográfico, del desarrollo económico y del desarrollo del bienestar. La figura 1 pone de relieve las disparidades continentales, comparando la disponibilidad de agua y la población. Cabe destacar la presión ejercida en el continente asiático, que acoge más de la mitad de la población mundial y sólo dispone del 36% de los recursos hídricos mundiales.

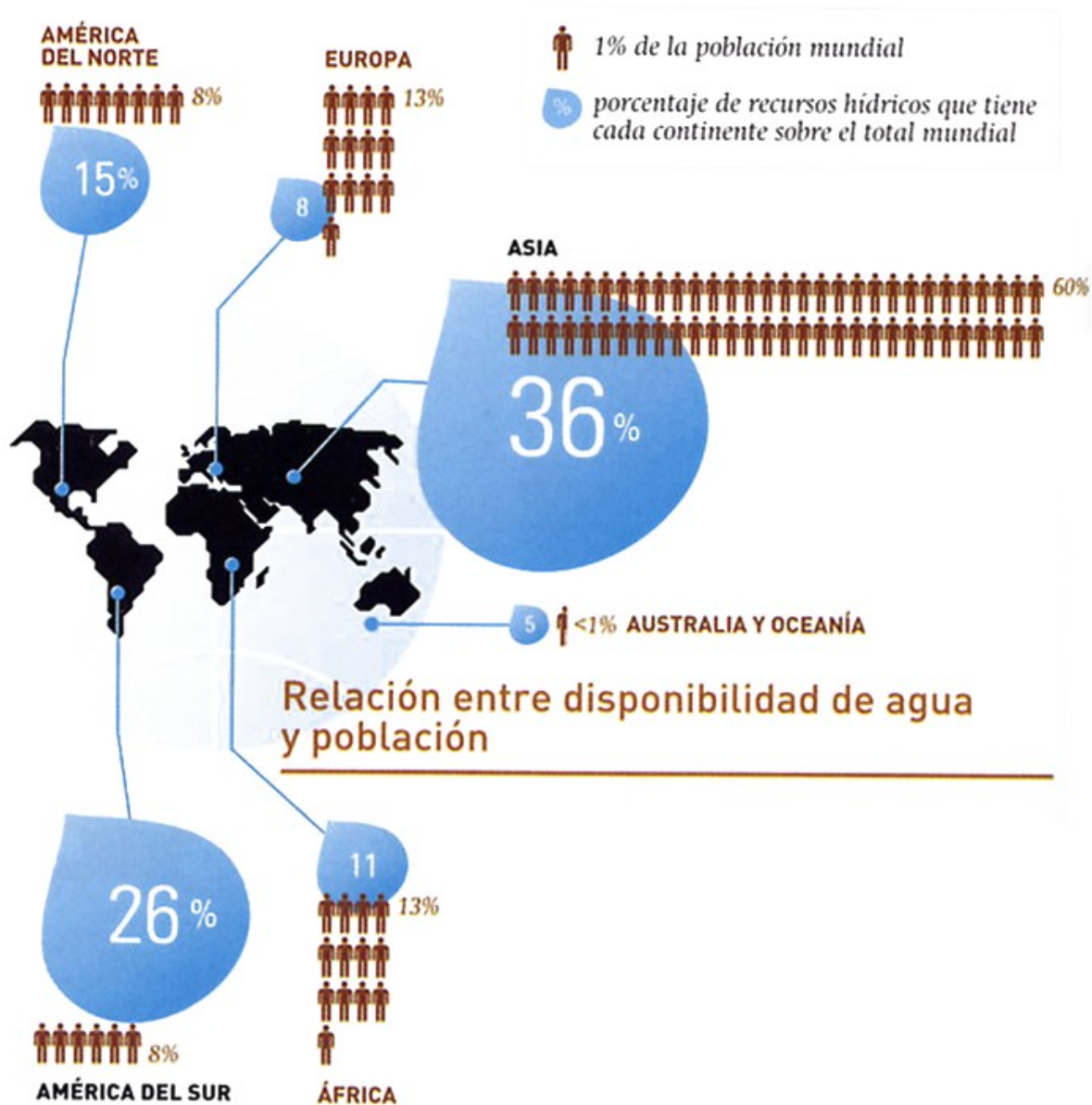


Figura 1. Relación entre disponibilidad de agua y la población. Fuente: Fernández-Jáuregui, 2006

Muchos países se están aproximando a los límites de sus recursos en agua renovable o excediéndose y, según el informe del PNUD 2006, la población del mundo está aumentando con una tasa de crecimiento anual del 1,1 % en el periodo de 2004-2015. Con fecha del 2004 la población mundial era de 6389,2 millones de habitantes y 5093,6 millones se situaban en los países en desarrollo. Fijándonos en la situación demográfica, podemos apreciar que la distribución de la población se caracteriza en el envejecimiento de ésta en los países más desarrollados y en contraposición la elevada tasa de natalidad en los países en desarrollo. Aunque es sabido que el índice mundial de crecimiento demográfico disminuye, el número de personas que pasan a formar parte de la población mundial aumenta aproximadamente unos 75 millones cada año

La población crece mucho más rápido que la capacidad de alimentar a esta misma población, por tanto nos encontraremos con problemas mucho más graves que los vividos en 1995. Esto representa que, en el 2025, una población de 4,6 mil millones de habitantes en África y Asia, tendrá las capacidades mermadas. En 2025, un 55% de la población mundial tendrá que importar alimentos para nutrir parte de su población en rápido aumento demográfico, sobre todo en las poblaciones urbanas (Falkenmark, 1997).

El uso del agua no está tan sólo presionado por el crecimiento de la población, ya que *en el siglo XX la población se triplicó y el uso del agua aumentó seis veces* (Cosgrove y Rijsberman en 2000 Rijsberman, 2006). Este uso ha estado creciendo mucho más rápido que la población durante este último siglo y esa tendencia continúa. A medida que el mundo aumenta su economía también aumenta el consumo del agua. En el año 1900 la industria utilizaba el 6% del agua en el mundo; ahora usa cuatro veces más (PNUD, 2006). Muchas proyecciones de escasez de agua son representaciones del rápido crecimiento del uso de agua por persona, que normalmente se refiere a los crecientes consumos. Si más de 1000 millones de personas no tienen acceso a agua potable y el mundo se está rápidamente urbanizando e industrializando, es seguro que deberemos asumir que *las demandas domésticas e industriales crecerán rápidamente en países en desarrollo*, pero es menos evidente que existan otras demandas de agua para desarrollar. Rijsberman se cuestiona *cuánta es el agua que necesitamos por persona* en las décadas venideras para satisfacer nuestras necesidades diarias. Esta cantidad no se puede fijar. Por otro lado, Falkenmark considera que su indicador de estrés y escasez de agua dependen de una multitud de políticas y de elecciones personales. Éste es de hecho donde está el quid de la cuestión (Rijsberman, 2006).

En una conferencia pronunciada en Massachussets, la investigadora Postel, plantea que uno de los mayores retos a los que nos enfrentamos, no sólo retos medioambientales sino también *retos societarios generales*, es encontrar el modo de satisfacer las necesidades hídricas de 8 mil millones de personas en el año 2025, y hacerlo protegiendo al mismo tiempo los ecosistemas hídricos: los ríos, lagos, las aguas subterráneas y los demás sistemas que sostienen nuestras economías y una parte tan importante de la vida del planeta. Se trata de un reto muy difícil y complejo. En la actualidad nos dirigimos con bastante rapidez hacia un período sin precedentes de escasez de agua que no será fácil paliar durante varias décadas (Postel, 2005).

Es evidente la presión demográfica ejercida sobre la disponibilidad del agua. El problema está por una lado en saberla utilizar y por otro lado saber cuáles son las necesidades básicas para el ser humano y los ecosistemas. Todo ello nos conduce a cambiar de cultura, saber gestionar la demanda y no abusar y maltratar la oferta de agua dulce en el planeta. Esta nueva visión de la problemática se inició a mediados de los años 80, en Tortosa, cuando, Javier Martínez Gil lanzó el término de *Nueva Cultura del Agua* en un pequeño libro “Afectados por Grandes Embalses y Trasvases”. A partir de aquí, se han ido desarrollando movimientos sociales que demandan cambios políticos, institucionales y jurídicos basados en los principios del desarrollo sostenible.

4.3 El uso del agua en la agricultura

La principal fuente de suministro de alimentos en el mundo es la agricultura. Gran parte del agua que utiliza depende de la lluvia, pero las tierras de regadío representan alrededor de una quinta parte de la zona cultivable total de los países en desarrollo. En la historia del uso del agua, algunas cosas cambian pero otras permanecen inalterables. Los seres humanos siempre han utilizado de forma prioritaria el agua para el riego. En el siglo XX, el uso del agua ha aumentado. También ha aumentado en el sector industrial y en el sector doméstico, pero la agricultura todavía utiliza la mayor parte. Tal como se aprecia en la figura 2, *el uso de agua para la agricultura representa el 70% del uso mundial de agua*. En los países en desarrollo, el consumo del agua en el sector agrícola supera el 80%.



Figura 2. Las extracciones de agua en el sector agrícola en el año 2000. Fuente: UNEP, 2002 *Vital Water Graphics World Resources 2000-01, People and Ecosystems. The Fraying Web of Life, World Resources Institute (ERI), Washington DC. 2000*

Si bien se están viviendo desplazamientos de zonas rurales a urbanas, y es bien cierto que el hecho de vivir en una ciudad no es ninguna garantía de tener un suministro digno de agua, hoy por hoy el gran desafío del agua en el mundo se sitúa en la agricultura. Aunque la irrigación sólo abarca el 10% del agua utilizada esta actividad, consume (como ya sabemos) el 70% del total de extracciones de agua dulce y, por ello, es objeto de rigurosos análisis en las discusiones sobre la gobernabilidad de agua. A pesar de que el mundo dispone actualmente de la capacidad, la tecnología y los recursos necesarios para producir alimentos en cantidad suficiente para cada ser humano, *cerca del 13% de la población mundial carece de acceso a una alimentación suficiente para vivir una vida sana y productiva*. La falta de recursos sanitarios, financieros o naturales, como el agua y la tierra, y la incapacidad para vincular las actividades productivas con mercados remotos y asegurar el empleo, están estrechamente relacionados con la pobreza (Fernández-Jáuregui, 2006).

Según el PNUD (2006), la cantidad de agua consumida para producir una cosecha es enorme, se necesitan 3.000 litros de agua para cultivar un kilogramo de arroz, 1.000 litros de agua para un kilogramo de grano y 16.000 litros de agua para un kilogramo de buey. A este nuevo concepto de agua se le denomina "*agua virtual*". Estas cifras son realmente sorprendentes y cuando hablamos de importación y exportación de alimentos, estamos implícitamente hablando de *importación y exportación de grandes volúmenes de agua*.

En muchas ocasiones, la sobreexplotación del agua subterránea por parte de los agricultores excede la tasa de renovación de los acuíferos. La salinización de los suelos y la reducción de los caudales de los ríos, hace que cada vez los agricultores deban desplazarse más lejos para conseguir más agua. Si además de que la gestión no sostenible de los recursos hídricos y tierras va acompañada de la falta de agua de lluvia, nos encontramos en una de las consecuencias más desestabilizadoras del mundo; *presenciar la creciente vulnerabilidad de la agricultura de regadío*. Sólo el 18% de todas nuestras tierras de cultivo son de regadío, pero ese 18% nos proporciona 40% de los alimentos (Postel, 2000, 2006).

Según el cuarto informe del Panel Intergubernamental por el Cambio Climático (IPPC), otro factor influyente en la producción agrícola es el calentamiento de la Tierra. El aumento de 1,8 a 4 grados que previsiblemente se experimentará a lo largo del siglo XXI provocará la reducción de la extensión de la capa de hielo en los polos, así como la capa de nieve en los lagos y los ríos. A causa de este fenómeno y más especialmente por calentamiento de las aguas, el nivel del mar está subiendo. El informe del IPCC pronostica un incremento de 18 y 59 centímetros a lo largo de este nuevo siglo. Este impacto provoca la regresión de los deltas, y en consecuencia las entradas de agua salina alteran la flora y fauna de estas zonas y, por tanto, *los deltas pierden gran productividad agrícola* (IPCC, 2007).

El sector agrícola afronta una serie de complejos desafíos. En primer lugar es *necesario producir más y mejores alimentos con menor cantidad de agua por unidad de producción*, Seguidamente, la población rural debe disponer de recursos y oportunidades que les permitan disfrutar de una vida sana y productiva. Se deben utilizar tecnologías limpias y adecuadas que aseguren la

sostenibilidad medioambiental. Si, finalmente, si todo sigue así en los sectores de la alimentación y de los medios de subsistencia rurales, será realmente difícil de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio en los ámbitos de la pobreza extrema y el hambre y garantizar la sostenibilidad ambiental.

4.4 Los indicadores

Las conexiones entre la disponibilidad de agua, el uso y el bienestar humano han dado lugar en la última década a muchas discusiones y análisis. Todo el mundo entiende que el agua es una necesidad fundamental para el ser humano y la salud ecológica, la producción de los alimentos, bienes y servicios, la generación de energía y seguramente para muchas más cosas. Para comprender el estado y la evolución de las cosas, tenemos el deseo de medir y evaluar las tendencias y las interacciones entre los distintos factores que intervienen en el objetivo a medir. Tal como se expuso en el apartado 4.1, el concepto de escasez de agua es muy transversal y, esto se hace evidente en la definición que establece el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo del año 2006: “la escasez de agua puede ser física, económica o institucional y, como el agua misma, puede fluctuar en el tiempo y en el espacio”. Por tanto, si queremos medir la escasez de agua, tendremos que evaluar los diferentes aspectos que intervienen en ella.

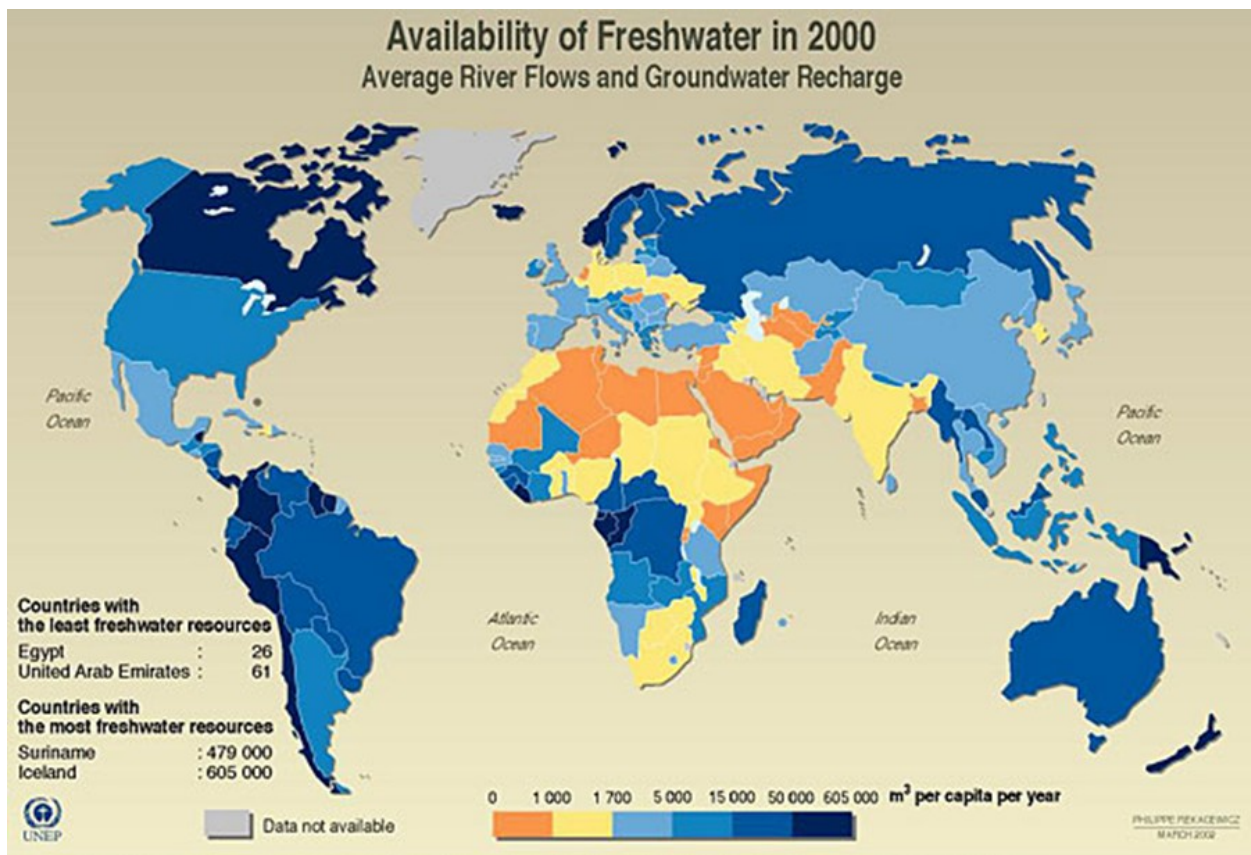
Existen indicadores que han sido desarrollados específicamente para temas de agua. Éstos pueden incluir elementos como la disponibilidad de agua, el acceso al agua potable y conexión a la red de saneamiento, el tiempo y el esfuerzo de recoger agua doméstica, coste y precio, calidad, vulnerabilidad de los sistemas de agua debido a la influencia del cambio climático. El diseño y el desarrollo de los índices de agua para medir los aspectos del bienestar humano y ambiental es un gran reto de los últimos años con sus limitaciones y complejidades (Gleick, Chalecki, Wong, 2003).

Si queremos medir la escasez de agua desde el punto de vista físico, *los hidrólogos utilizan la ecuación agua/población*. La hidróloga sueca Falkenmark establece ciertos indicadores y clasifica el estado de escasez de agua según la disponibilidad por persona y año. La científica considera que el nivel mínimo aproximado requerido por persona para mantener la calidad de vida doméstica y de buena salud es de 100 litros por día.

Una región que tiene disponibilidad de agua dulce renovable se dice que está en situación de estrés si esta disponibilidad es inferior a 1.700 m³ por persona y año. Cuando la disponibilidad se sitúa *por debajo de 1.000 m³ por persona y año, la región padece una situación de escasez de agua*, en la que la falta de agua empieza a crear obstáculos en el desarrollo económico, en el bienestar y en la salud humana. Cuando el suministro de agua es inferior a 500 m³ por persona y año, se dice que la región padece una situación de escasez absoluta (Falkenmark, 1989).

Estos niveles deben ser considerados como buenas referencias, pero no límites exactos, ni mucho menos. El estado de escasez de agua puede variar de región a región en función del clima, el nivel económico-tecnológico y otros factores sociales. La referencia de 1.000 m³ por persona y

año, ha sido aceptada como un indicador general de escasez de agua dulce por muchas organizaciones internacionales, uno de los ejemplos es el que nos presenta el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en el figura 3. Las regiones más vulnerables en escasez de agua se sitúan en África y en el Sudoesteasiático.



Source: World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000.

Figura 3. Disponibilidad de agua dulce en el año 2000. Fuente: Vital Water Graphics UNEP, 2002

Otra manera de evaluar la escasez de agua dulce, es el indicador presentado por el científico Szöllosi-Nagy, científico reconocido en el tema de los recursos hídricos. En el año 1998, este experto clasificó en *cuatro categorías de presión* sobre los recursos hídricos basados en la cantidad de agua dulce disponible que se extrae:

- Nivel de presión bajo: los países que utilizan menos del 10% del agua disponible no experimentan presiones importantes sobre los recursos.
- Nivel de presión moderado: cuando los índices de utilización llegan a los niveles de entres 10% y 20% de agua dulce disponible, la disponibilidad se está convirtiendo en un factor limitante y son necesarios importantes esfuerzos e inversiones para aumentar el suministro y reducir la demanda.
- Nivel de presión medianamente alto: cuando los índices de utilización llegan a niveles de entre 20% y 30% de agua dulce disponible. Si se llega a este punto es necesario

establecer un orden de prioridades para los diferentes usos humanos.

- El nivel de presión elevada: la utilización de más del 40% de las aguas disponibles indica una situación de gran escasez y, en general, la explotación de acuíferos subterráneos a un ritmo de explotación superior al de la reposición natural, sumándose una creciente salinización (gestión insostenible).

Otros indicadores que quizás tienen mayor popularidad son los establecidos de forma anual en el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Y tal como se establece en *los Objetivos de Desarrollo del Milenio*, las Naciones Unidas implicaron a todas las naciones del mundo y a las más poderosas organizaciones internacionales para elaborar este plan. Los dos indicadores que están vinculados directamente con el agua son:

- Indicador 30:
Proporción de la población con acceso sostenible a mejores fuentes de abastecimiento de agua, en zonas urbanas y rurales
- Indicador 31:
Porcentaje de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados, en zonas urbanas y rurales

Otro punto de vista para medir la escasez del agua dulce, es el indicador presentado por los científicos Molles y Mollinga. Estos autores analizan de forma crítica el potencial de indicadores que definen y cuantifican el estado de la “pobreza del agua”. Y, recomiendan medidas para remediar las acciones que necesitan ser tomadas. Estos autores plantean *un índice multidimensional de la escasez de agua* donde se establece una matriz [U,S] (U de use/uso y S de scarcity/escasez).

La U representa cinco categorías del uso del agua:

- [U₁]: Agua de boca
- [U₂]: Agua doméstica
- [U₃]: Necesidades de seguridad alimenticia
- [U₄]: Producción económica
- [U₅]: Necesidades ambientales

La V plantea diferentes estados de escasez:

- [S₁]: Escasez física
- [S₂]: Escasez económica
- [S₃]: Escasez de gestión
- [S₄]: Escasez institucional

[S₅]: Escasez política

La gran variedad de situaciones nos definen una matriz de 25 casos diferentes. Un ejemplo sería [U₂ S₂] donde nos encontramos con uso de agua doméstica disponible pero con personas que no pueden afrontar su coste. Y así podríamos plantearnos las distintas combinaciones (Molle y Mollinga, 2003).

Y para acabar, la científica Sullivan plantea una discusión sobre diferentes maneras para acercarnos a la problemática de la medida de la escasez de agua dulce de forma interdisciplinar. Para realizar una evaluación integrada de la escasez, la científica relaciona indicadores físicos de disponibilidad de agua con variables socioeconómicas que reflejan la pobreza y lo denomina; *índice de pobreza del agua* (IPA). Es conocido que en los hogares se sufre a menudo una falta de suministro de agua, y esto se traduce en un esfuerzo y una gran pérdida de tiempo (Sullivan, 2002).

Los cinco criterios considerados para el cálculo de este índice son:

- Recursos: volumen de agua disponible por habitante
- Acceso: relacionado con la distancia que nos separa de la fuente de agua
- Capacidad: la habilidad de un país para comprar y administrar agua y mejorarla
- Uso: relacionado con la eficiencia
- Impacto ambiental: evaluación de los ecosistemas

El índice de pobreza del agua (IPA) se está haciendo bastante popular ya que se han publicado bastantes artículos donde se muestra las numerosas aplicaciones de este índice en diferentes regiones del mundo.

Los indicadores son herramientas que nos ayudan a ver tendencias en el tiempo y en el espacio. Son muchas las discusiones de científicos entorno a los indicadores e índices para medir el ambiguo y complejo concepto de la escasez de agua. Pero, quizás, el indicador más utilizado es aquél que mide la escasez de agua en una región en términos físicos: metros cúbicos por persona (almacenamiento) o metros cúbicos por persona y año (flujo). A pesar que este tipo de información es de gran interés, queda incompleta si queremos tener un análisis sostenibilista. La escasez del agua, como ya hemos comentado, se debe visualizar acorde a los aspectos sociales, ambientales, institucionales y económicos.

Los indicadores expuestos en este apartado nos han de ayudar a *diagnosticar el estado de la situación de escasez de agua dulce* de una zona. Pero también, y mediante un soporte informático, se pueden crear *escenarios de futuro* que nos permitan visualizar posibles realidades venideras. Los políticos deben saber sustentarse de estos trabajos científicos para tomar decisiones acordes con la sostenibilidad.

4.5 La tecnología

De todos es conocido los grandes y rápidos cambios que se suceden en los últimos tiempos, ello implica una gran complejidad de gestionar pero por otro lado tenemos un avance tecnológico que es un gran potencial si se utiliza con racionalidad y con visiones de futuro (Biswas, 2005). Es importante, *escoger la tecnología adecuada para un entorno determinado*. Cuando se vive con menos de un dólar al día no es posible comprar una bomba de 3.000 dólares que extraiga el agua dulce de una capa freática. Por fortuna, se han desarrollado tecnologías adecuadas para este tipo de agricultores. De modo que el gran reto y la verdadera oportunidad, es empezar a comercializar tecnologías asequibles orientadas de modo específico a esos pequeños agricultores de los países en desarrollo. Un ejemplo de ello es la bomba de pedal que ha transformado por completo algunas zonas rurales muy pobres de Bangladesh (Postel, 2006).

Son muchas las *experiencias pasadas equivocadas* basadas en grandes infraestructuras (grandes presas, largos canales,...) que han sido muy beneficiosas en un primer momento y son cuestionadas al cabo de cierto tiempo, como dice el refrán “pan para hoy, hambre para mañana”, como el caso catastrófico de la desecación del mar de Aral. El ser humano se vanagloria en inaugurar grandes obras de cemento pero es incapaz de reparar las canalizaciones de distribución de agua por donde se pierde alrededor de un 30% del volumen de agua transportada.

Durante los años 70, la explotación no sostenible (sobrepasar la tasa de renovación) de las aguas subterráneas y superficiales, ha conducido a buscar aguas más distantes para seguir teniendo abastecimiento de agua, quedando algunos acuíferos prácticamente secos. Y por otro lado, las aguas residuales industriales y domésticas, así como los lixiviados con sales derivados de los cultivos han contaminado las aguas, y por consecuencia, todo ello implica que la disponibilidad de agua útil es menor (Showers, 2002).

La alternativa de las desaladoras no parece, hoy por hoy una solución que cumpla con los requisitos ambientales. Aunque si se utilizan tecnologías con energías renovables como la eólica y la solar se podrían considerar más sostenibles (Aguilera-Klink, Pérez-Moriana, Sánchez-García, 2000). El uso de este tipo de tecnología es justificable en algunos lugares donde el acceso a agua de boca es prácticamente inexistente. Un ejemplo es el caso de las Islas Canarias donde antes de tener instaladas las desaladoras, se transportaba agua dulce en barcos procedentes de la península ibérica.

No debemos olvidar que en muchas regiones, *el hecho de extraer agua para los usos humanos hace peligrar la salud de los ecosistemas acuáticos*. Debemos satisfacer las demandas para la alimentación, agua, y bienes materiales de la población en crecimiento mientras al mismo tiempo se tendrían que proteger los ecosistemas naturales, ya que los dos necesitan agua (Postel, 2000).

El agua es un fluido que con la tecnología adecuado se puede *reusar, reciclar y reutilizar*, prácticamente todas las veces que se necesite. A diferencia del suelo, el agua una vez usada y por tanto contaminada, se le da el tratamiento adecuado y esa agua se vuelve a utilizar con el mismo u otro objetivo. Gracias a la ciencia y la tecnología, se puede conseguir, prácticamente

siempre, *la calidad del agua requerida para un uso concreto*, lo que puede suceder es que a veces el “coste-precio” sea muy elevado y el proyecto sea inviable. Para que el uso del agua sea sostenible, se debe conocer los requisitos de calidad del agua que necesitamos para un objetivo concreto; por ejemplo no tiene ningún sentido que la composición del agua de las cisternas de los inodoros sea la misma que la del agua potable, ya que la función de la primera es ser el medio de transporte de los residuos fisiológicos a la red de alcantarillado y de la segunda es la boca o la higiene.

4.6 La gestión compartida

El agua se debe compartir fundamentalmente de dos maneras: entre sus usos y entre sus usuarios. La unidad de gestión del agua debería ser la cuenca hidrográfica, ya que el agua fluye sin tener en cuenta ni las fronteras políticas ni los intereses particulares de cada país. Y, los impactos en cualquier parte del recorrido tienen influencia en toda la cuenca. En el mundo se extienden 264 cuencas transfronterizas, de las cuales aproximadamente un tercio son compartidas por más de dos países, dos ejemplos singulares son la cuenca del río Nilo que atraviesa 10 países y la del Danubio 18.

Las limitaciones políticas, institucionales, económicas y tecnológicas nos impiden avanzar en la gobernabilidad del agua, especialmente en los países en vías de desarrollo. Los principios básicos de una gobernabilidad eficaz incluyen la participación de todos los actores implicados, así como la observancia de los principios de transparencia, equidad, responsabilidad, coherencia, sensibilidad, integración y valores éticos.

Las relaciones entre la escasez del recurso y el conflicto interestatal son realmente complejas, en un primer contacto siempre se recogen las quejas que se plantean por los diferentes países ribereños. A partir de aquí, las organizaciones e instituciones responsables de la gestión de la cuenca, deben analizar las técnicas de pacificación y militarización utilizadas por los estados implicados. Seguidamente, gestionar las demandas sobre el río, y comparar el éxito de estas técnicas para resolver los temas de controversia. La problemática se focaliza en dos temas: *la escasez del agua y las instituciones*. Es mucho más sencillo llegar a un acuerdo bilateral en regiones con elevada escasez de agua que encontrar acuerdos entre estados situados río arriba y río abajo (Hensel, Mitchell, Sowers, 2006).

De todos son conocidas las iniciativas de las Naciones Unidas para resolver los diferentes conflictos de agua en el mundo. Las Naciones Unidas-Agua son el mecanismo de coordinación de las acciones de las Naciones Unidas que tiene como objetivo implementar el programa establecido en la Declaración del Milenio y en la Cumbre Mundial en Desarrollo Sostenible sobre todos los aspectos relacionados con el agua dulce. Las Naciones Unidas-Agua han crecido de tal manera que han necesitado colaboración complementaria y la participación de las organizaciones de las Naciones Unidas. *El principal objetivo de las diferentes Naciones Unidas-Agua es complementar y añadir a los programas y proyectos existentes para facilitar sinergias y juntar esfuerzos de forma coordinada* (Un-Water, 2006).

En el Informe del Desarrollo Humano del 2006, se expone que durante los últimos 50 años se han negociado más de 200 tratados de cooperación relacionados con el recurso de agua y se han registrado sólo 37 casos de conflicto entre países a causa del agua. En total, se han registrado 1.228 actos de cooperación por 507 de conflicto. Estos datos avalan la hipótesis de visualizar el agua como catalizador de cooperación y no de guerra.

Otra visión del tema es la que nos aporta la científica Graffy que nos indica que las previsiones expertas deben ser entendidas como *un nuevo paradigma* y pensar acerca de la disponibilidad del agua a escala local, nacional y global de la gobernabilidad y no como un simple espejo de potenciales de falta de agua. Se deben *crear nuevos acuerdos institucionales entre redes de expertos* que ofrecen oportunidad de armonizar objetivos, planteamientos de problemas y discursos de expertos que puedan ayudar a aportar elementos de mayor fuerza para que se incorporen en las agendas de los distintos niveles de gobiernos. Las redes de expertos en el ámbito público de la escasez de agua estarían representadas en cinco grupos institucionales. Primero: *el científico que ha de proporcionar el uso e información de la calidad del agua* para los responsables de toma de decisiones. Segundo: el desarrollo que debe incrementar el acceso público para depurar el agua y adaptar el saneamiento al *bienestar humano aliviando la pobreza*. Tercero: *el aspecto ecológico* que se basa en proteger la integridad del agua dulce y marina de los ecosistemas. Cuarto: *la gobernabilidad* debe dar entrada al acceso público de la información y participación de la puesta en marcha de los objetivos políticos. Quinto: poner en práctica *una gestión eficiente* de los recursos hídricos que equilibren los objetivos ambientales, sociales y económicos (Graffy, 2006).

La gestión de las cuencas se debe visualizar de forma objetiva y sin presiones políticas y económicas ya que debemos defender el derecho del agua como el derecho a la vida, ello demanda a los responsables políticos un esfuerzo de racionalidad y equidad, y a continuación buscar complicidades para saber *aplicar las decisiones en todos los niveles de poder*.

5 Conclusiones

El principio sostenibilista de equidad en la distribución de agua dulce en el mundo no se cumple a pesar de que disponemos de suficiente recurso para toda la población y para todos los ecosistemas del planeta. Nos percatamos que donde existe mayor presión demográfica es el continente asiático, acogiendo más de la mitad de la población mundial y tan sólo dispone de 36% de los recursos hídricos mundiales. Pero, es en *África subsahariana donde se padece de forma más extrema la falta de agua* y normalmente lo sufren las mujeres caminando distancias enormes para abastecer de mínimos a su familia. El uso del agua no está presionado tan sólo por el aumento demográfico sino *por mayores necesidades creadas en las sociedades de bienestar*; la población en este último siglo se ha triplicado respecto al uso del agua que ha aumentado seis veces.

En la historia de la humanidad el uso del agua para la agricultura siempre ha sido una prioridad. La principal fuente de suministro de alimentos en el mundo es la agricultura

La sobreexplotación del agua subterránea por parte de los agricultores excede la tasa de renovación de los acuíferos. La salinización de los suelos y la reducción de los caudales de los ríos, hace que cada vez los agricultores se tengan que desplazar más lejos para conseguir más agua. *El mayor desafío de nuestro siglo es alimentar a toda la población del mundo, la escasez de agua nos conduce al hambre y la pobreza.* El 70% del uso del agua se utiliza para la agricultura.

En muchas regiones del mundo el clima y la falta de agua es desde hace mucho tiempo una realidad, pero en otros casos la tecnología no adecuada para el regadío y la explotación de las aguas superficiales y subterráneas de forma insostenible (por encima de su tasa de renovación) conducen a la población afectada a buscar agua cada vez más lejos. Si las previsiones de crecimiento demográfico se mantienen, en el año 2050 los sistemas agrícolas del mundo deberán alimentar a 2.400 millones de personas más (PNUD, 2006). Las nuevas políticas nos han de conducir a un uso más eficiente y eficaz en el uso del agua. *El uso sostenible del agua dulce en la agricultura se caracteriza por adecuar los cultivos a las características del suelo y aplicar las mejores tecnologías en cada contexto, sin que signifique por ello que sean las más avanzadas.*

Existen indicadores que han sido desarrollados específicamente para temas de agua. Estos pueden incluir elementos como la disponibilidad de agua, el acceso al agua potable y conexión a la red de saneamiento, el tiempo y el esfuerzo de recoger agua doméstica, coste y precio, calidad, y la vulnerabilidad de los sistemas de agua debido a la influencia del cambio climático. *El diseño y el desarrollo de los índices de agua para medir los aspectos del bienestar humano y ambiental es un gran reto de los últimos años con sus limitaciones y complejidades.*

Es difícil saber cuáles son los indicadores que mejor nos van a permitir identificar los problemas y cuáles son los indicadores que mejor nos van a informar sobre las tendencias en el tiempo y en el espacio. Los primeros indicadores que surgieron en el ámbito del agua son los indicadores de disponibilidad en m³ por persona y año de Falkenmark, y el de extracción en tanto por ciento de Szöllosi-Nagy, los dos son Indicadores físicos, de gran interés a nivel global de país pero esconden particularidades regionales y locales. Los indicadores de agua del Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo: “la proporción de la población con acceso sostenible a mejores fuentes de abastecimiento de agua, en zonas urbanas y rurales” y “el porcentaje de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados, en zonas urbanas y rurales”, nos dan también una información concreta en el ámbito del bienestar social y tecnológico. *Muchos científicos consideran que estos indicadores tienen muchas limitaciones y estiman que la escasez del agua se debe visualizar y medir de forma multidisciplinar, considerando variables socioles-ambientales-económicas bajo el paraguas de la sostenibilidad.*

El avance tecnológico es un gran potencial para conseguir un uso sostenible del agua. Al igual que los indicadores, es fundamental saber escoger la tecnología adecuado al sitio determinado. Son muchas las experiencias pasadas equivocadas basadas en grandes infraestructuras que han sido *beneficiosas en un primer momento y son cuestionadas al cabo de cierto tiempo.* El agua es un fluido que puede ser reutilizado y reciclado todas las veces necesarias, pero el coste del

proceso puede ser tan elevado que implique la inviabilidad del proyecto. A diferencia del suelo, el agua una vez usada y por consiguiente probablemente contaminada, con el tratamiento adecuado podemos alcanzar la calidad necesaria para un objetivo deseado.

El agua se debe compartir de forma equitativa y siempre debemos visualizar la cuenca hidrográfica como unidad y no parcelarla según los intereses de cada país. Para realizar *una gestión racional del agua compartida se requieren instituciones flexibles y dinámicas, capaces de responder a variaciones hidrológicas, cambios socioeconómicos, valores culturales y cambios de régimen político.*

En los últimos años ha habido muchos tratados relativos a los cursos fluviales internacionales y también se han puesto en marcha muchos proyectos de cooperación, pero también han ocurrido muchísimos conflictos y disputas violentas por codiciar el patrimonio del agua. Es evidente que queda mucho por hacer para conseguir un ambiente de cooperación, es necesario un marco legislativo consensuado y aceptado por todas las partes implicadas y realizar un seguimiento de cumplimiento de los acuerdos. *Se deben crear nuevos acuerdos institucionales entre redes de expertos* que ofrezcan oportunidad de armonizar objetivos, planteamientos de problemas y argumentos de especialistas que pueden ayudar a aportar elementos de mayor fuerza para que se incorporen en *las políticas de los distintos niveles de gobiernos.*

A pesar de la complejidad de este nuestro mundo globalizado y un futuro poco halagüeño, nunca el ser humano ha estado en disposición de tomar decisiones tan fundamentadas. Tenemos las herramientas tecnológicas, conocimiento, comunicación, aprendizaje de buenas y malas experiencias, metodologías para crear escenarios de futuro, modelos democráticos de participación e instituciones implicadas, todo ello nos debe conducir a realizar cambios económicos, culturales y sociales necesarios *para solucionar la problemática de la escasez de agua dulce en el mundo.*

Referencias bibliográficas

- Aguilera-Klink, F.; Pérez-Moriana, E.; Sanchez-García, J. (2000). The social construction of scarcity. The case of water in Tenerife (Canary Islands). Ecological economics: Special issue social processes of environmental evaluation. Vol. 34, num. 2, pag. 233-245. Tenerife.
- Biswas, A.K. (2005). An assessment of Future Global Water Issues. Journal of water Resources Development. Vol. 21, num. 2.
- Brundland G.H. (1987). World Commission on Environment and Development. Our Common Future Oxford. University Press..Oxford
- Cosgrove, W.J. y Rijsberman, F.R. (2000). World Water Vision: Making Water Everybody's Business, Earthscan Publications. London, UK.
- Falkenmark, M. (1989) Fresh water as a Factor in Strategic Policy and Action. Population and Resources in a changing World..Stanford University: Morrison Institute.
- Falkenmark, M. (1997). Meeting water requirements of an expanding world population. Natural Science Research Council. Stockholm, Sweden.

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (1995). Water sector policy review and strategy formulation. A general framework. World Bank UNDP. FAO Land and Water Bulletin 3. Rome
- Fernández-Jáuregui C. (2006). VANGUARDIA. Dossier. AGUA, El desafío del siglo XXI. Número 21. Barcelona.
- Feitelson, E.; Chenoweth, J. (2002). Water Poverty: towards a meaningful indicator. Water Policy., vol. 4, num. 3, pag. 263-281.
- Gleick, P.H; Chalecki, E.L.; Wong A.(2003). Chapter 4. Measuring Water Well Being: Water Ondicators and Indices. The World's Water. Informe bianual 2002-03. Pacific Institute. Oakland.
- Graffy, E.A. (2006). Expert forecasts and the emergente of water scarcity on public agendas. Society and natural resources. Pag. 465-472.
- Hensel, P.R.; Mitchell, S.M.; Showers, T.E. II. (2006). Conflict management of riparian disputes. Political Geography. Vol. 25, num. 4, pag. 383-411.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2007) . 4º Informe del IPCC (2007). Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA
- Molle, F.; Mollinga, P. (2003). Water Poverty indicators: Conceptual problems and policy issues. Water Policy.. Colombo. Sri Lanka.
- Paul R. Hensel; McLaughlin Mitchell, S²; Thomas E. Sowers II³. (2006). Conflict management of riparian disputes. Political Geography. vol. 25, num. 4, pag. 383-411.
- PNUD. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2006). Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis. New York.USA.
- Postel, S. L. (2000). Entering an Era of Water Scarcity: The Challenges ahead. Ecological Applications. Vol. 10, num. 4, pag. 947-948. Global Water Policy Project, United States.
- Postel, S. Versión corregida de una conferencia pronunciada en el Mount Holyoke College (South Hadley, Massachussets) en 2005. Agua , El desafío del siglo XXI. VANGUARDIA. Dossier Agua número 21 octubre/diciembre 2006. Barcelona.
- Rijsberman, F.R. (2003).Can development of water resources reduce poverty? Water Policy., Vol. 5, num. 5-6, pag. 399-412.
- Rijsberman, F.R. (2006). Water scarcity: Fact or fiction? Agricultural Water Management. Vol. 80, num 1-3, pag. 5-22.
- Shiklomanov A. (2002). State Hydrological Institute St Petersburg 1999. United Nations Environment Programme, UNESCO, Vital Water Graphics
- Showers, K.B. (2002). Water Scarcity and urban Africa: An overview of Urban-rural water linkages. World development. Vol. 30, num. 4, pag. 621-648.
- Boston University, MA, USA.
- Sullivan, C.. (2002). Calculating a water Poverty Index. World development. ., vol. 30, num. 7, pag. 1195-1210.
- Szöllosi-Nagy, A.; Najilis, P.; Bjöklund, G. (1998). Evaluación de los recursos mundiales de agua dulce. Revista: Naturaleza y Recursos. Volumen 34 nº1. Barcelona.
- Naciones Unidas. Los Objetivos de desarrollo del Milenio, Informe 2005, Nueva Cork. [Consulta 31 de diciembre de 2006] Disponible a: <http://millenniumindicators.un.org/unsd/mi/pdf/MDG%20BOOK_SP_new.pdf>
- UNEP (United Nations Environmental Programme). (2002).Vital Water Graphics. Disponible a:

<<http://www.unep.org/vitalwater/>>.[Consulta 13 de julio de 2007]

UNESCO. El agua, una responsabilidad compartida. 2º informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. (2006). Disponible a:<http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr2/table_contents_es.shtml> . [Consulta 13 de julio de 2007]

United Nations Statistics Division, Los indicadores de los objetivos de desarrollo del Milenio. (2005). [Consulta 14 de julio de 2007] Disponible a:<http://millenniumindicators.un.org/unsd/mispa/mi_goals.aspx?> <http://unstats.un.org/unsd/mispa/mi_series_results.aspx?rowID=667>

Un-Water. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Land and Water Division. United Nations Educational, Scientific and Cultural. (2006). Coping with water scarcity. A strategic issue and priority for system-wide action. Roma.

Web of science, Universitat Politècnica de Catalunya, biblioteca, base de datos. Disponible a: <http://biblioteca.upc.es/bbdades/resultat.asp?Nom=web+of+science&x=34&y=10> [Consulta 22 de enero de 2007]

Wolfe, S; Brooks, D.B.. (2003).Water Scarcity: An alternative view and its implication for policy and capacity building. Natural Resources Forum. Vol. 27, pag. 99-107. Oxford. UK.