

Esbozo de una estrategia para acercar la recarga artificial de acuíferos a la población mediante la educación ambiental

A. Fernández Escalante¹, R. Cordero Sánchez²

(1) Tragsatec. C/ Julián Camarillo 6B, 4ª. 28037 Madrid.

(2) Grafinat Exposiciones. Argos 8. 28037 Madrid.

La divulgación y la educación ambiental, entendida como la filosofía de la divulgación, pueden representar una actuación estratégica para que la población y los futuros gestores de recursos hídricos conozcan la recarga artificial de acuíferos como técnica de gestión alternativa, junto con la desalación y la reutilización, frente a la popularidad de los trasvases. El grado de conocimiento de la técnica es escaso en la actualidad, dada su baja difusión en España. En este artículo se presenta brevemente el estado de la cuestión de la educación ambiental, iniciando unas líneas de actuación basadas en propuestas de estrategias de información, formación y divulgación dirigidas a distintos sectores de la población agrupados en grupos homogéneos.

Introducción

La recarga artificial de acuíferos está considerada, hasta la fecha, como una técnica especial y desconocida por gran parte de la población del país, más *familiarizada* con la desalación, el reciclaje y los trasvases intercuenas como principales alternativas de gestión hídrica. Para que la recarga artificial de acuíferos pueda ser empleada en todo su potencial, debe ser conocida por todos los sectores implicados e interesados, es decir, por toda la población. La intención de este artículo se apoya en el principio 19 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, que se transcribe a continuación:

Principio 19 .- Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos y que preste la debida atención al sector de población menos privilegiado, para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta de los individuos, de las empresas y de las colectividades inspiradas en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio en toda su dimensión humana. Es también esencial que los medios de comunicación de masas eviten contribuir al deterioro del medio humano y difundan, por el contrario, información de carácter educativo sobre la necesidad de protegerlo y mejorarlo, a fin de que el hombre pueda desarrollarse en todos los aspectos.

Para ello, es preciso llevar a cabo campañas de divulgación y de educación ambiental, entendida como “filosofía de la divulgación” (Fernández y Cordero, 2004). Esto incluye la adopción de la metodología y forma de actuar de la Educación Ambiental, con objeto de presentar técnicas útiles para divulgar la recarga artificial de acuíferos. Estas técnicas consisten en propuestas de estrategias de información, formación y divulgación, dirigidas a distintos sectores de la población, dentro del marco del desarrollo sostenible. Este escrito se desprende del sexto bloque de la tesis del primer autor (Fernández Escalante, 2005).

Objetivos

Las pretensiones de este artículo son las siguientes:

- Dar a conocer otras alternativas complementarias a los trasvases, la reutilización y la desalación, y avanzar en el camino para iniciar nuevas líneas de investigación que desarrollen la técnica.
- Estudiar y presentar ciertos criterios de educación ambiental, sensibilización y divulgación, aplicados a la recarga artificial de acuíferos y metodologías complementarias.
- Proponer una serie de actuaciones para acercar esta alternativa de gestión hídrica a la población en general, universidades, institutos y colegios.

Hilo conductor

Se ha adoptado un planteamiento metodológico en aras de agilizar el seguimiento y comprensión del texto, que se presenta a continuación.

Primeramente se presentan y asumen las premisas y objetivos generales de la educación ambiental, para posteriormente intentar aplicarla específicamente al caso concreto de la recarga artificial de acuíferos (en adelante, RA), estableciendo grupos de destinatarios a los que dirigir el mensaje, y las diferentes estrategias de información, formación o divulgación que podrían llevarse a cabo para mejorar el nivel de conocimientos sobre este técnica novedosa. Queda así establecida la base para la posterior elaboración de proyectos específicos, que permitan acercar el alcance de la técnica de la recarga artificial de acuíferos a la población, bien sea como educación formal, como educación ambiental o como mera divulgación (Alba, 2002; López, 2002a, 2002b). Finalmente, se extraen una serie de conclusiones específicas del bloque, como introducción a la batería de conclusiones finales del trabajo de investigación. El “hilo conductor” aparece sintetizado en la **Fig. 1**, con mención de los principales apartados del texto.

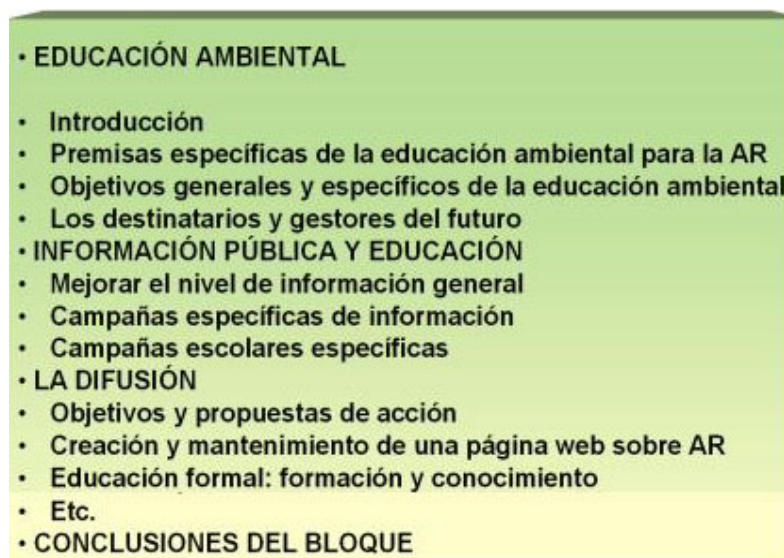


Figura 1. Esquema argumental del artículo

Estado de la cuestión

España se puede considerar el país con mayor déficit hídrico de toda la Unión Europea. De hecho, el sureste peninsular, enmarcado en las provincias de Murcia y Almería, es la única zona desértica propiamente dicha de todo el continente. En algunos puntos, en los que el clima se puede considerar árido o semiárido, las precipitaciones no superan los 250 mm anuales y la temperatura media anual es superior a 17°C.

Desde el punto de vista de la economía del bienestar y del progreso, tan en boga en nuestros días, el agua se ha convertido en uno de los factores determinantes en el desarrollo de las sociedades modernas, y su demanda no se intuye estable, sino, todo lo contrario, se prevé un crecimiento exponencial en el consumo de agua, en proporción directa con fenómenos como el aumento de las poblaciones humanas, la intensificación de la segunda residencia, el incremento del ocio y turismo, la transformación de los cultivos de secano en cultivos de regadío, etc. Todo ello conlleva una necesidad creciente de agua,

siendo éste un recurso escaso y limitado, lo que conduce, sin duda, a enfrentamientos y situaciones conflictivas de muy difícil solución, puesto que la premisa de partida es que el agua “no sobra nunca” y su escasez va necesariamente unida a un estancamiento en el crecimiento y generación de la riqueza.

La mayor parte de las propuestas incluidas en los últimos planes hidrológicos españoles van enfocadas principalmente a la construcción de nuevos embalses en superficie y al trasvase entre cuencas. La primera opción conlleva la pérdida de suelo fértil y un gasto elevado en infraestructura y obra civil. En el caso de la segunda, y tal como se ha podido comprobar recientemente, provoca graves enfrentamientos territoriales. Ante esta situación, la recarga artificial de acuíferos se presenta como una medida complementaria que ayudaría a resolver o paliar, en la medida que se vaya avanzando en su investigación, estos conflictos. Cabe preguntarse, por tanto, qué motivos o causas determinan la escasa utilización de esta técnica en nuestro país. Entre las posibles respuestas, hay que llegar, sin duda, a la conclusión de que la principal causa es el desconocimiento generalizado que existe y la poca difusión de las experiencias llevadas a cabo hasta el momento (Fernández y Cordero, 2004). Por otro lado, la población tiene escaso conocimiento de qué es un acuífero y cómo funciona, y, por tanto, mucho menos acerca de la posible opción de llevar a cabo su recarga artificial durante las estaciones de superávit hídrico para su posterior uso en las estaciones estivales. La educación ambiental se presenta como una herramienta valiosa para conseguir un mayor grado de información y conocimiento, así como una estrategia para construir una sociedad formada por personas con los conocimientos y actitudes necesarios para adoptar posiciones críticas y participativas respecto a la conservación de los recursos naturales y a la calidad de vida (Santiuste, 2002).

Discusión

Aspectos generales de la Educación Ambiental y estrategias aplicadas a la RA de acuíferos:

Según la definición de la UICN (1970), la educación ambiental es un...

“Proceso que consiste en reconocer valores y aclarar conceptos con el objeto de fomentar destrezas y aptitudes necesarias para comprender las interrelaciones entre el hombre, su cultura y su medio biofísico”.

A) Premisas generales de las que parte la educación ambiental

Para cambiar pautas de consumo, hábitos de vida y otros aspectos generales de la sociedad moderna resulta imprescindible la participación de todos los ciudadanos. Esta participación debe hacerse efectiva en la toma de decisiones políticas a través de grupos sociales relevantes (López, 2002b). Para ello es preciso que el ciudadano tenga los conocimientos suficientes para situarse en una posición relevante en la toma de decisiones. La Administración es la responsable directa de la formación del ciudadano, así como de la difusión de los aspectos relevantes que afectan al medio ambiente, y de la creación de los instrumentos necesarios para facilitar la participación ciudadana.

B) Premisas específicas de la educación ambiental en relación con la recarga artificial de acuíferos

Es indispensable que tanto la sociedad como los responsables políticos reconozcan que el uso actual del recurso agua no es sostenible, y, por tanto, un objetivo común de todos los ciudadanos debe ser el de reorientar las pautas de desarrollo, consumo y comportamiento para avanzar hacia la sostenibilidad (Morales, 1998). Estos cambios implican compartir la responsabilidad a escala nacional, regional, local y personal, lo que se ha dado por llamar la “responsabilidad compartida” entre los poderes públicos, empresas públicas y privadas y los ciudadanos.

Todas las actuaciones educativas deben tener en cuenta el “principio o enfoque precautorio” (en la terminología de la *Declaración de Río* de 1992), que no es otra cosa que evitar la aparición de los problemas mediante una atención específica sobre los agentes y las actividades que perjudican el recurso agua y agotan sus reservas, poniendo en peligro su sostenibilidad, al rebasar los límites de su recuperación natural o inducida. Por tanto, la reutilización, el reciclaje y el ahorro son actuaciones fundamentales para evitar el despilfarro y la merma del recurso agua, y deben ser los principales puntos a tener en cuenta en cualquier campaña de educación ambiental, junto con la presentación de “nuevas tecnologías” y mejoras técnicas.

Estas dos premisas de responsabilidad compartida y enfoque precautorio, aparentemente sencillas, conllevan no pocas dificultades y complejidades (Salazar, 2002). No es posible llevar a cabo ninguna de las dos sin que se produzca una mayor formación de profesionales y gestores; una mayor y mejor información dirigida a los ciudadanos y, especialmente, a los empresarios. Algunos de los medios para conseguir tal fin son la divulgación de manuales de buenas prácticas; y la puesta en marcha de mecanismos de participación pública efectiva, a través de la cual se consiga, de una forma real, la corresponsabilidad de todos (Fernández y Cordero, 2004).

Objetivos específicos de la educación ambiental

A) Objetivos generales

La finalidad principal de la educación ambiental consiste en que el grupo social o el individuo, partiendo del conocimiento de su realidad inmediata, consiga unos cambios de conciencia, de actitudes y conductas que, mediante un método de análisis crítico, fomente su propia responsabilidad y participación en la solución de los problemas ambientales en cooperación con los demás (Sánchez, 2002).

B) Objetivos específicos de la educación ambiental en relación con la RA de acuíferos

1. Las actuaciones educativas relativas a la recarga artificial de acuíferos deben cubrir el objetivo general de la educación ambiental de "implicar a toda la sociedad": alcanzar a todos los sectores de la población, pero especialmente a aquellos en quienes recae la toma de decisiones o ejercen mayor influencia social y tienen, por tanto, mayor responsabilidad, como administraciones, legisladores, empresas, educadores, medios de comunicación, etc.
2. Promocionar la formación específica en RA de acuíferos de los colectivos profesionales especializados en la temática de hidrogeología y, por supuesto, responsables y gestores de la Administración pública.
3. Difundir la técnica de RA aportando información y resultados de aquellas experiencias llevadas a cabo en España y otros países, especialmente Holanda, Australia y Estados Unidos, los cuales llevan aplicando esta técnica desde hace décadas.
4. Crear y mantener herramientas de información versátil, de fácil acceso y manejo, y de fácil actualización. A este respecto, Internet se configura como el medio más apropiado hoy en día.
5. Crear y mantener herramientas de participación activa por parte de los beneficiarios directos y de la población en general.

Si seguimos lo enunciado en las premisas, todas las actuaciones de educación ambiental deben ser dirigidas a la totalidad de la sociedad. Bien es cierto, sin embargo, que no se puede difundir el mismo mensaje, ni el mismo nivel de conocimientos, de forma generalizada y discrecional. Es muy importante, por tanto, que se establezcan grupos homogéneos a los que transmitir el mismo mensaje: contenidos, lenguaje y metodología deben ser los adecuados a cada grupo social. Y no únicamente en cuanto al nivel de conocimientos del grupo destinatario, sino también debe atenderse a su mayor o menor grado de responsabilidad.

- Línea estratégica propuesta

Las estrategias de educación ambiental deben ser múltiples: incidencia en el sistema educativo formal en su conjunto, campañas de comunicación dirigidas al gran público, programas destinados al sector empresarial y sindical, desarrollo de una gestión ambiental participativa por parte de las administraciones, integración de la educación en los planes de desarrollo, etc. Teniendo en cuenta los grupos de destinatarios, se establecen las siguientes estrategias de educación:

A) Dirigidas a los grupos especialistas y a las personas con capacidad de resolver el problema.

- Crear y organizar foros de encuentro a distintas escalas:

- Organización, a nivel nacional, de un Congreso Anual sobre RA de Acuíferos.
- Planteamiento y presentación de una candidatura para la celebración en España de las Jornadas Internacionales sobre Recarga de Acuíferos (que en convocatorias anteriores han sido celebradas en Amsterdam (Holanda; TISAR-98), Adelaida (Australia; ISAR-2002) o Berlín (Alemania; ISMAR-2005) (**Fig. 2**).



Figura 2. La asociación Internacional de hidrogeólogos organiza simposios sobre recarga artificial de acuíferos cada cuatro años. En 2002 se celebró el ISAR-4 en Adelaida (Australia) (A). En 2005 se celebró el ISMAR en Berlín (Alemania) (B).

- Organizar cursos de especialización o “máster” en recarga artificial de acuíferos. En los que se incluyan visitas monitorizadas a dispositivos y experiencias ya existentes.
- Organizar jornadas y cursos específicos, dirigidos a profesionales que deseen mejorar su formación, tanto en un ámbito nacional como internacional.
- Edición, de forma periódica (anual), de informes técnicos con las últimas novedades o experiencias, en especial las “Mejoras Técnicas Disponibles” (MTD) y nuevos descubrimientos relativos a la calidad de las aguas, técnicas de tratamiento del suelo y acuífero (SAT), parámetros de gestión, programas de vigilancia y control, códigos de buenas prácticas, uso de la recarga artificial para objetivos medioambientales como la recuperación de humedales degradados, creación de espacios de ocio, etc.
- Promocionar la creación de medios de difusión: sería especialmente interesante la publicación de números monográficos que atiendan los diferentes aspectos tecnológicos y bibliográficos necesarios para la buena información y formación de todo interesado en profundizar en el tema de la recarga artificial de acuíferos. Gran parte de ellos deberían ir redactados en lenguaje sencillo y de fácil comprensión para usuarios no especialistas (**Fig. 3**)

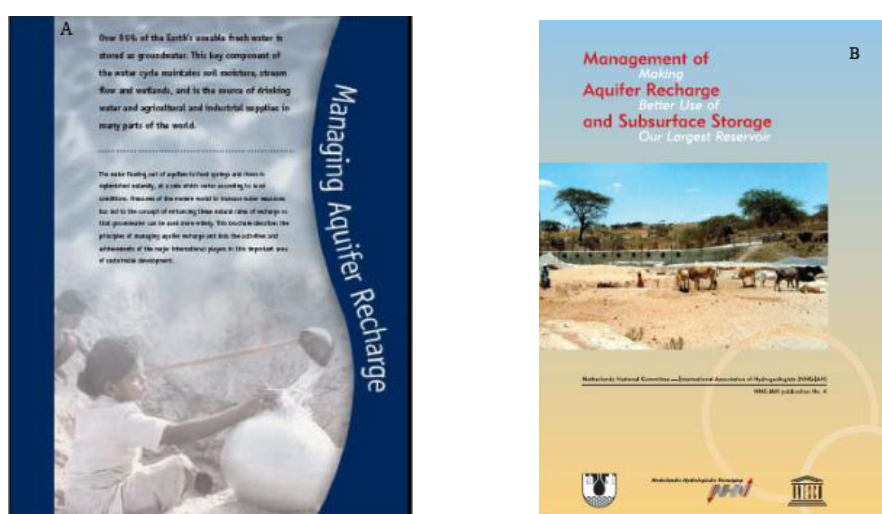


Figura 3. (A) Tríptico específico de recarga artificial de acuíferos presentado en Australia al término de la celebración del congreso ISAR 4. (B) Libro que contiene los artículos del congreso 'Recharge Enhancement and Subsurface Water Storage', celebrado los días 18 y 19 de diciembre de 2002 en Holanda, publicado por la UNESCO IHP que incluye el estado de la técnica de la gestión de la recarga artificial de acuíferos en varios países. Fuente: <http://www.iah.org/recharge/>

B) Dirigidas a la población en general.

- Confección de publicaciones divulgativas que atiendan la problemática general del agua y las diversas soluciones existentes, pros y contras, con una explicación somera de cada una de ellas, y sin dejar de lado el marco legal que subyace a todas las actuaciones, dado que la recarga artificial es un vertido.
- Organización de campañas de divulgación general, utilizando los grandes medios de comunicación: radio y televisión, incluyendo programas específicos, reportajes, documentales, entrevistas, etc., en programas ya existentes y que están especializados en temas medioambientales, y en diferentes emisoras/cadenas.
- Notas de prensa descriptivas en ediciones impresas y digitales (**Fig. 4**).



B Enargan a la UJI otro estudio sobre recarga artificial de los acuíferos

CAD. CASTELLÓN.—El estudio de la situación hídrica de la provincia de Castellón que lleva a cabo la Mesa del Agua contará con un nuevo trabajo científico de referencia.

El presidente de la Diputación de Castellón, Carlos Fabra, firmó ayer un convenio de colaboración con el rector de la Universitat Jaume I, Francisco Toledo, y con el presidente del Consejo de Participación Social de esta universidad, Rafael Benavent, para la financiación del estudio de recarga artificial de acuíferos de la provincia de Castellón en el que trabaja el grupo de investigación del departamento de Ciencias Experimentales de la UJI, que dirige el profesor Ignacio Morrell.

La realización de este estudio es un nuevo encargo que la Mesa del Agua, convocada por la Diputación Provincial y en la que están representados los colectivos sociales implicados en la gestión hídrica de la provincia, ha realizado a la institución provincial.

Este trabajo supone la segunda fase de un estudio más amplio que viene realizando el departamento que dirige el profesor Morrell y cuyas conclusiones de la primera fase ya se han expuesto en el marco de la Mesa del Agua. En esta segunda fase, se prestará especial atención al estudio de la recarga artificial de acuíferos en la comarca de la Plana, que es la zona de la provincia que sufre mayores problemas.

Figura 4. Notas de prensa en edición digital de *El Adelantado de Segovia* de 20 de mayo de 2003 (A), y en edición impresa del periódico *Levante de Castellón* de fecha 23/03/2001 (B). La RA de acuíferos presenta un grado de divulgación diferencial en el Estado español. Mientras en el oeste, aparentemente, es más desconocida, el grado de conocimiento es mayor en el arco mediterráneo.

- Creación de páginas web informativas y amenas relacionadas mediante enlaces con las principales páginas técnicas y educativas (**Fig. 5**).



Figura 5. Página web del grupo de trabajo de recarga artificial de acuíferos de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH). Fuente: <http://www.iah.org/recharge/>

C) Dirigidas a las personas involucradas y afectadas por el problema.

- Facilitar el acceso a la información utilizando técnicas que faciliten la participación pública: Internet, foros de encuentro, sondeos de opinión, etc.
- Campañas divulgativas, como las que suele realizar el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, fomentando pautas de consumo y ahorro y buenas prácticas agrarias.
- Campañas específicas de información sobre recarga artificial de acuíferos y temas asociados, con la publicación de folletos divulgativos de fácil comprensión. Algunos títulos propuestos son:
 - La recarga artificial de acuíferos como técnica para mejorar la actualidad hídrica del país.
 - La recarga artificial de acuíferos y la restauración de humedales y zonas húmedas degradadas.
 - La mejora cualitativa de las aguas contaminadas gracias a operaciones de recarga artificial de acuíferos.
 - Guía de buenas prácticas en actividades agropecuarias.
 - Guía de buenas prácticas en casa.
 - El agua como recurso y su importancia.
 - La recarga artificial de acuíferos como alternativa a las técnicas tradicionales de gestión hídrica.

D) Dirigidas a grupos escolares.

Potenciar, dentro del programa curricular, aspectos relacionados con el recurso agua y temas asociados (ya existente en algunas materias de bachillerato). Entre los principales aspectos a tratar, destacamos:

- El agua como recurso natural.
- Los usos y aprovechamientos del agua.
- Pautas de consumo y ahorro.
- La recuperación: procesos de depuración y recirculación de aguas residuales.
- Sistemas de almacenamiento de agua.
- Procesos de obtención de agua.
- Técnicas especiales: desalación y recarga artificial de acuíferos pro trasvases.

De todos los aspectos mencionados, los cuatro últimos son los menos tratados en los centros educativos, y es aquí específicamente donde se encuadra la recarga artificial de acuíferos. El tratamiento de la información debe ser absolutamente técnico, evitando politización alguna, tendencia relativamente habitual en la actualidad hídrica del país.

Conclusiones

Los estudios de recarga artificial de acuíferos llevados a cabo en todo el mundo están mejorando el grado de conocimiento de esta técnica a gran velocidad, si bien quedan muchos aspectos pendientes de investigación. Algunos pueden ser abordados presentando estrategias de educación ambiental adecuadas y llevándolas a la población. Para ello, es preciso facilitar el acceso a la información y mejorar la educación e información hidrológica de los usuarios, facilitando así su participación.

Cabe esperar que gran parte de las innovaciones tecnológicas futuras contribuyan eficazmente a la gestión hídrica, tanto para aguas superficiales como subterráneas. La recarga artificial de acuíferos puede y debe ser presentada y divulgada entre los ciudadanos, quienes deben conocer su potencial. De este modo podrá ser aplicada a un número de experiencias mayor. Esta divulgación, creemos que debe realizarse a nivel general, es decir, de toda la población, de tal forma que el ciudadano, tal y como promueve la educación ambiental, debe tener un conocimiento crítico de los problemas medioambientales y tener mecanismos a su alcance para desarrollar su participación activa en la resolución de los mismos. Es la Administración la responsable de facilitar, no sólo los mecanismos de participación, sino de mejorar el nivel de información y formación de las personas implicadas y de la sociedad en general. En este texto se han sugerido algunas líneas de divulgación y estrategias de educación ambiental, con objeto de fomentar la divulgación técnica y avanzar en la concienciación de la sociedad en general, en aras a comprender los beneficios que tiene la recarga artificial de acuíferos como instrumento de gestión hídrica en el marco de la sostenibilidad. Por otra parte, esta divulgación y concienciación llevan implícitas líneas de investigación, a juicio de los autores, tan sustanciosas como necesarias.

Agradecimientos

A los profesores Manuel García Rodríguez y Fermín Villarroja Gil, directores de la tesis doctoral donde fue iniciada esta línea de aplicación.

Referencias

Alba Pastor, C. 2000. Usos didácticos de los medios de comunicación en la enseñanza secundaria. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002: 712-724.

Fernández Escalante, A.E. y Cordero, R. 2004. La educación ambiental aplicada a la recarga artificial de acuíferos. *VIII Simposio de Hidrogeología de la AEH*. Zaragoza.

Fernández Escalante, A.E. 2005. Recarga artificial de acuíferos en cuencas fluviales. Aspectos cualitativos y medioambientales. Criterios técnicos derivados de la experiencia en la Cubeta de Santiuste, Segovia. Tesis Doctoral. Enero de 2005. Universidad Complutense de Madrid.

López, E. 2002a. El modelo cualitativo de investigación educativa (I). Cuestiones generales. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002: 573.

López, E. 2002b. El paradigma positivista de investigación (II): El problema de la validez en la investigación educativa. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002: 553-564.

López, E. 2002c. La investigación-acción. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002: 617.

López, E. 2002. Los modelos de innovación educativa. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002. Pg 627 (9).

Morales, J. 1998. Guía práctica para la interpretación del patrimonio. El arte de acercar el legado natural al público visitante. TRAGSA, Junta de Andalucía. Colección Difusión, 1998.

Salazar, J. 2002. Los retos de la escuela ante la diversidad. Programación y evaluación curricular. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002: 298.

Sánchez, I. 2002. Las fuentes documentales en investigación educativa. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002: 640.

Santiuste Bermejo, V. 2002. Historia y formación de la psicología del aprendizaje. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002: 198.