

LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO SIGNIFICATIVO DEL AGUA EN BACHILLERATO. ESTUDIO DE CASOS

THE PROCESS OF CONSTRUCTING MEANINGFUL KNOWLEDGE REGARD-
ING WATER IN HIGH SCHOOL. CASE STUDIES

Jorge Fernández Arroyo
jferarr10@gmail.com

RESUMEN: En el presente artículo se aborda el problema de conocer los procesos de construcción del conocimiento significativo en alumnos y alumnas de 1.º de bachillerato de un centro de secundaria de la ciudad de Sevilla en relación con la temática del agua. Para ello se realizó una experiencia educativa durante tres meses en la que se aplicó una programación didáctica cuyos principios básicos fueron: la perspectiva constructivista del aprendizaje, la perspectiva epistemológica de la complejidad y la investigación del alumnado. Dentro del proceso de construcción del conocimiento se realizó un especial esfuerzo en identificar cuáles eran las transiciones más dificultosas para el alumnado dentro del sistema de cuatro categorías propuesto.

PALABRAS CLAVE: Constructivismo, complejidad, investigación del alumno, educación ambiental, agua.

ABSTRACT: In the present paper, we address the problem of knowing the process of constructing meaningful knowledge in students of 1º de bachillerato at a secondary school in the city of Seville in relation to water issues. For this purpose a learning experience was carried out for three months where we applied a teaching program whose basic principles were the constructivist learning perspective, the epistemological perspective of the students both complexity e research. Within the knowledge construction process, a special effort was made to identify what the most difficult transitions for students within the four categories proposed were.

KEY WORDS: constructivism, complexity, student's research, environmental education, water.

Fecha de recepción: octubre 2010 • Aceptado: noviembre 2011

Para citar: Fernández-Arroyo, J. (2012). Los procesos de construcción del conocimiento significativo del agua en bachillerato. estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (3), pp. 177-194

INTRODUCCIÓN

El tema del agua puede ser, casi con toda seguridad, uno de los más utilizados en educación ambiental (en adelante, EA). Debido a su naturaleza frágil, escasa e imprescindible para la vida, el agua ha sido utilizada repetidamente para intentar lograr una cierta «sensibilización» ambiental entre la población. Pese a ello, esta no presenta un nivel de conciencia superior a la que tiene por otros temas. La ideología dominante de nuestra sociedad, en la que priman el consumo, el despilfarro y la insolidaridad, no se ha visto contrarrestada por los esfuerzos que desde la EA se llevan a cabo (Mancisidor, 2008). De la necesidad de reflexionar acerca del modo como la EA ha abordado tradicionalmente la problemática del agua surge la necesidad de transmitir e integrar una «nueva cultura del agua» de un modo eficaz en nuestra sociedad (Arrojo, 2006).

MARCO TEÓRICO

En muchas ocasiones, el ahorro de agua ha sido la principal perspectiva que ha adoptado la EA por medio de campañas informativas de carácter puntual (Ham, 1983; Ostman y Parker, 1988; Hopper y Nielsen, 1991). A pesar de que ciertos estudios ponen de manifiesto que esas campañas puntuales han logrado disminuciones en el consumo (Mangas, Martínez y Pedauyú, 1997), es necesario relativizar estos logros positivos momentáneos debido a los problemas metodológicos que presentan los diseños experimentales, los instrumentos de evaluación empleados o el tratamiento de datos aplicado (Leeming *et al.*, 1993). Se necesitan investigaciones de mayor calado que pongan de manifiesto la verdadera duración de estos cambios proambientales en la población. Además, la EA no puede ni debe aspirar solo a cambios puntuales (como el ahorro en el consumo de agua), sino también a largo plazo. Y estos solo pasan por la ruptura con el orden establecido. Pese a sonar pretencioso, es necesario sentar las bases para lograr modos de vida diferentes a los actuales (Álvarez y Vega, 2009). A su vez, para lograr modos de vida diferentes, es imprescindible un modelo socioeconómico nuevo que nos permita entablar otro tipo de relación con el agua.

Para lograr este objetivo, la EA debe superar muchos de los errores cometidos a la hora de tratar el tema del agua. Por un lado, la EA, en muchas ocasiones, se limita a aportar información a la población. La mera información no es suficiente, la ciudadanía debe recibir las herramientas necesarias para lograr los objetivos que desde la EA se le pide que cumpla (Franquesa, 1999). Por tanto, dentro de la información deben incluirse recursos técnicos (dispositivos sanitarios o electrodomésticos que reduzcan el consumo de agua, por ejemplo) que permitan llevar a cabo (y así potenciar) las actitudes proambientales recién integradas.

Por otro lado, el tiempo empleado en EA no siempre ha sido el adecuado, ya que se han primado las campañas puntuales (especialmente durante épocas de sequías graves), de corte conductista. En estos periodos de marcado carácter político, se infravalora la importancia de conseguir integrar valores y actitudes duraderos, y se sobrevalora el «ahora». Esta urgencia hace que se pasen por alto los intereses de la población a la que van dirigidas las campañas. Sin embargo, si la temática que se ha de abordar no es prioritaria para los individuos, todos los esfuerzos están destinados a fracasar. Es imprescindible despertar el interés de la población, y para ello los problemas socioambientales que se vayan a tratar deben ser cercanos y significativos, y estar abiertos, potenciando la participación en la toma de decisiones.

Además, en referencia al modo como son diseñadas las campañas de EA referidas al agua, las fases de las campañas suelen presentar una «rigidez» vertical en la que cada fase es independiente una de la otra. Durante estas fases los participantes son pseudoprotagonistas que deben realizar actividades sin más, predominando un falso activismo y dando como resultado final una campaña destinada a su simple «consumo», donde se disocia los intereses compartidos de los participantes de los intereses

de la propia campaña. No es común que exista una búsqueda de consenso y negociación de dichos intereses, así como tampoco un ajuste continuo entre la intervención y la evolución de las ideas de los participantes.

Por último, en innumerables ocasiones no existe un esquema gradual y progresivo a la hora de tratar los contenidos, en el que se pase de un conocimiento más simple a uno más complejo, lo que impide por tanto un proceso de construcción del conocimiento más profundo, global y duradero.

En resumen, existe una clara correspondencia entre las carencias del tratamiento de la temática del agua en EA y las carencias teóricas de la EA y, más concretamente, del predominio de un modelo activista en la práctica de la EA (Cano, 2007 y 2009; García, 2002 y 2004; Rodríguez y García, 2009). Superar este predominio del modelo activista pasa, entre otras medidas, por conseguir una adecuada formación del profesorado (Ull, Aznar, Martínez, Palacios y Piñero, 2010).

La experiencia educativa que presentamos se apoya en un modelo educativo desarrollado por la Red IRES en estos últimos años (García, 1998 y 2004; García Pérez, 2000). En dicho modelo se opta por la investigación del alumno como estrategia de enseñanza/aprendizaje, planteamiento didáctico que se sustenta en tres paradigmas teóricos:

- 1) La perspectiva constructivista del aprendizaje, en la que el conocimiento es relativo y procesual (Cubero, 2005; Candela, 1999) y el alumno es un actor protagonista en el aprendizaje (Fournier, 1999; García, 2004). Por otro lado, el conocimiento es fruto de una construcción social y compartida (Edwards y Mercer, 1987; Selby, 1996). Finalmente, debe conseguirse desarrollar la autonomía del alumno en el proceso educativo (Coll *et al.*, 1992).
- 2) La perspectiva epistemológica de la complejidad, de forma que se propone que la evolución de las ideas de los alumnos vaya desde una visión simple de la realidad, dominada por un pensamiento dogmático, con un fuerte carácter antropocéntrico y en el que se reconocen pocos elementos y relaciones, hacia otra visión más compleja en la que se incorporan elementos y relaciones menos evidentes de la realidad, una concepción menos dogmática y más relativa de los hechos, y un pensamiento menos centrado en las necesidades del hombre y al que se incorporan vínculos entre esta y un conjunto más amplio de organismos del medio (García, 1997, 1998, 1999 y 2004).
- 3) La pedagogía crítica, que supone proponer una EA para la acción, lo que plantea un cambio en el modelo de desarrollo socioeconómico dominante (García, 2004).

Dicho modelo de EA pretende ser un modelo integrador de la diversidad de modelos de EA que podemos encontrar hoy en día (García, 2004; Rodríguez y García, 2009). Este modelo tiene como fin el tratamiento de los problemas socioambientales para lograr un cambio social.

METODOLOGÍA

Tomando como principal pilar la coherencia entre los métodos y las teorías que le sirven de fundamento, hemos buscado diseñar una metodología que arroje luz sobre nuestra investigación.

Paradigmas metodológicos utilizados

Siguiendo la tipología establecida por Benayas, Gutiérrez y Hernández (2003), nuestra experiencia educativa se encuentra dentro de dos paradigmas metodológicos imbricados uno con otro. Por un lado, la *investigación descriptiva*, debido a que hemos realizado un estudio de caso en el que se describen los fenómenos mediante una observación llevada a cabo en el ambiente natural (la propia aula). Este

paradigma tiene como objetivo comprender la naturaleza de los procesos de enseñanza y aprendizaje desde la perspectiva de los participantes, e identificar aquellos factores que sustentan la enseñanza y la actividad comunicativa (Guba, 1981; Pérez Gómez, 1989; Shulman, 1989). Con esta perspectiva se intenta captar las redes significativas de interacción que se producen en la vida del aula y la configuran. Además, se busca describir con el mayor detalle y rigor analítico posible los procesos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar dentro del grupo, siempre teniendo en cuenta el significado de los acontecimientos desde la perspectiva de los que participan en ellos.

Por otro lado, la *investigación-acción*, ya que se ha buscado como objetivo principal de la experiencia educativa llegar a conclusiones con clara vocación de ser aplicadas.

Objetivos, problemas de investigación y categorías de análisis

Los objetivos de la siguiente investigación fueron:

- a) La identificación tanto de los procesos de transición, desde un pensamiento simple hacia otro complejo, como de las aportaciones que las perspectivas constructivistas realizan a la temática del agua.
- b) La aplicación práctica y tangible de ambas identificaciones en la EA.

Esta investigación solo alcanzaría los objetivos marcados si desde esta fuéramos capaces de contestar a los siguientes problemas de investigación:

1. ¿Qué concepciones tienen los alumnos y cómo cambian estas en el desarrollo de una unidad didáctica sobre el agua, en relación con el centramiento en lo evidente?
2. ¿Cuál es el tipo de relación de causalidad que predomina en el alumnado cuando hablamos del agua? ¿Cómo cambia dicha concepción?
3. ¿En qué medida los alumnos son capaces de adoptar posiciones más relativistas?
4. ¿Cómo de amplio es el abanico de variables que considera el alumnado cuando el estudio gira en torno a las diversas problemáticas que presenta el agua? ¿Cuál es el número y la complejidad de relaciones que se reconocen en cuanto al recurso hídrico? ¿Cómo cambia dicha concepción?

Para trabajar estos problemas desarrollamos un conjunto de categorías o dimensiones de análisis que se corresponden con las hipótesis de nuestro estudio. Para ello se tuvieron en cuenta los supuestos teóricos de los que partíamos, nuestra experiencia diaria en el aula, así como la respuesta a la pregunta de cuáles son las principales dificultades que los alumnos deben superar a la hora de construir su conocimiento alrededor de la temática del agua. A su vez, dentro de cada categoría, se integraban diferentes niveles, siempre con un gradiente de transición de lo simple a lo complejo.

Respecto a las hipótesis, por un lado esperábamos que los alumnos pasasen de considerar solo variables con niveles de formulación del contenido, que eran muy evidentes y fácilmente perceptibles, a que tuviesen en cuenta variables niveles que para ellos normalmente son prácticamente inexistentes por su complejidad. Era de esperar una gran resistencia a la hora de lograr que el alumnado cambiase el lugar donde sitúa su foco de atención, relacionando entre sí estos niveles.

Por otro lado, probablemente el alumnado presentaría una postura rígida y absoluta respecto a diferentes aspectos del agua («al agua le ocurre *esto* porque...»). Se esperaba que al final de la experiencia educativa la posición adquiriera un carácter más relativista («depende de...», «puede ser por diversas razones...», «quizá *esto* o quizá *lo otro*»).

Además, era previsible que el alumnado tuviese escasos puntos de vista al inicio del proceso educativo para, en etapas más avanzadas, considerar un abanico más amplio de posibles maneras de ver el mismo hecho.

Finalmente, era posible que el alumnado manejase pocas variables e intuyera pocas relaciones entre ellas al inicio. Conforme avanzase el proceso, el número de variables aumentaría. Del mismo modo, las relaciones también aumentarían no solo en número sino también en flexibilidad.

Muestra analizada

El estudio de caso que presentamos se ha llevado a cabo en un grupo de 1.º de bachillerato que cursaba obligatoriamente la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo (perteneciente a la modalidad de Ciencias y Tecnología) en un centro de enseñanza secundaria de Sevilla capital. Se trataba de un grupo constituido por 32 alumnos, de los cuales 14 eran chicas (43,75%) y 18 chicos (56,25%). Las edades estaban comprendidas entre los 15 y los 16 años. Solo existía un repetidor. Debido a las insistentes faltas de asistencia que presentaba se optó por no incluirlo en el estudio.

El investigador que diseñó la experiencia, el profesor que la llevó a la práctica y el autor de este artículo son la misma persona.

Carácter de la metodología empleada

La metodología presenta un carácter longitudinal, ya que se realizó una observación repetida y ordenada en el tiempo, con el objetivo de identificar los cambios producidos, así como sus causas (Rabadán y Flor, 1998). Además, nuestra experiencia también presenta un carácter procesual, debido al análisis que hemos hecho de los procesos que llevan al alumnado a evolucionar en sus concepciones sobre el agua.

Esta metodología quedó plasmada en una programación de actividades, tanto de carácter individual como grupal. Las actividades programadas se pueden resumir en la detección de ideas previas e intereses, el ciclo del agua, la captación, distribución y potabilización de esta, así como los consumos y costes del sector industria, servicios y población. Además, se abordaron las problemáticas económica, ambiental y social que giran en torno al agua.

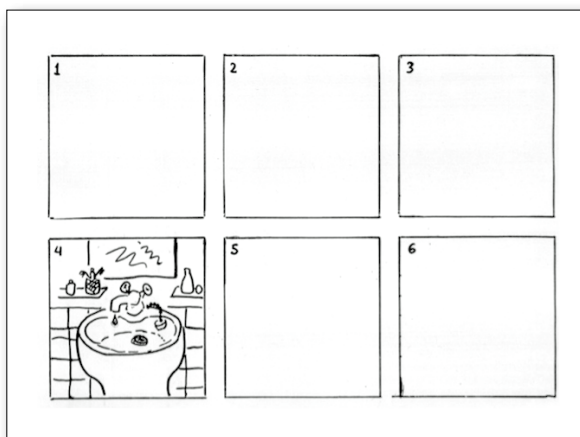
Para intentar lograr el objetivo de conocer la perspectiva de los participantes, se tuvo en cuenta tanto el inicio de la investigación (gracias a actividades de detección de ideas previas e intereses donde los alumnos eligieron directamente qué aspectos referidos a la temática del agua les resultaban más interesantes para trabajar y cuáles menos) como el desarrollo de esta (mediante ciclos de acción-reflexión realizados donde el profesor simplemente ayudó al alumnado a construir de manera autónoma y activa su conocimiento sobre el agua), así como su conclusión (por medio de entrevistas grupales donde el alumnado verbalizó al profesor, a sus compañeros y, por ende, a ellos mismos, qué había supuesto el paso por esta experiencia educativa). En resumen, el protagonismo de la investigación recayó sobre el alumnado, por lo que la investigación no se circunscribe a ser un estudio sobre los estudiantes, sino con los estudiantes.

De entre todas las actividades llevadas a cabo, se seleccionaron quince momentos –actividades que fueron la fuente principal de información a la hora de conocer los cambios cognitivos acontecidos en el alumnado–. En algunos casos los momentos-actividades seleccionados fueron subpartados dentro del momento-actividad global (por ejemplo, el momento-actividad 5.2 corresponde al apartado 2 dentro del momento-actividad 5). En todo caso, los quince momentos-actividades (incluyendo submomentos-actividades) seleccionados fueron los que se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1.
Momentos-actividades seleccionados para su estudio

Momento-actividad 2: Ciclo del agua. Actividad individual

¿De dónde viene el agua que sale del grifo?, ¿adónde va? Completa las viñetas del siguiente cómic:



Momento-actividad 5: Potabilización del agua. Actividad individual

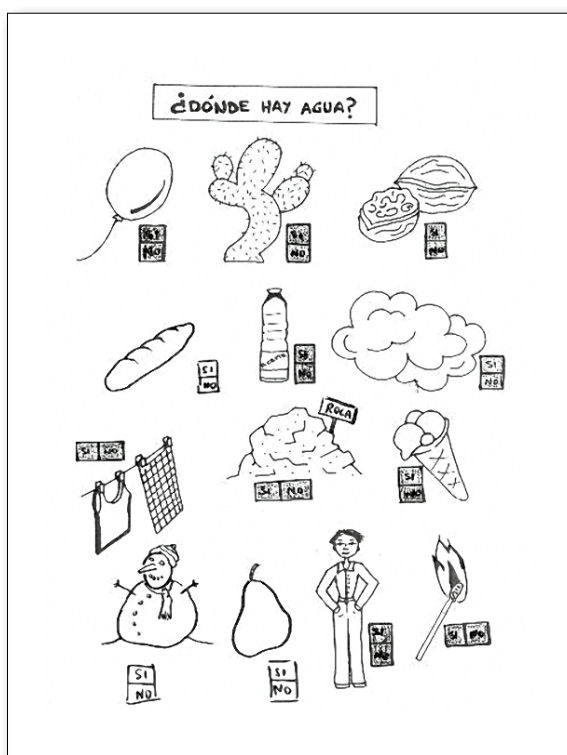
En el laboratorio, mediante la utilización de probetas con diferentes mezclas de agua con otras sustancias, indagamos en el concepto de agua potable del alumnado. Los puntos analizados son:

- 5.2. En la probeta 1 hay agua + tierra; en la 2, agua + aceite; en la 3, agua + tinta; en la 4, agua + detergente, y en la 5, agua + plásticos. ¿Piensas que el agua de alguna probeta estaría en buen estado para el consumo humano? ¿Por qué?
- 5.3. ¿Es necesario aplicar algún proceso para poder beber el agua de estas probetas? Si es así, indica qué proceso es, a qué probeta se le debe aplicar y qué conseguimos con él.
- 5.4. ¿Hay alguna probeta cuya agua sea imposible de consumir pese a someterla a algún proceso? ¿Conoces agua que presente estas circunstancias?
- 5.5. En resumen, ¿qué tenemos que quitar al agua para que la podamos beber?

Momento-actividad 6: Consumo y costes del sector industria. Actividad individual-grupal

Mediante la utilización de dibujos, fotografías y elementos comunes de la clase y la realización de informes, buscamos que los alumnos detecten en qué aspectos las industrias son factores consumidores de agua. El punto analizado es el siguiente:

- 6.a. Indica en cuáles de los siguientes dibujos hay agua.



Momento-actividad 7: Consumo y costes del sector servicios. Actividad individual-grupal

Tras la lectura de un texto referido al consumo de agua en los campos de golf, abordamos la problemática del modelo actual de turismo, incluyendo el visionado de un vídeo relacionado con esta temática, que cerraremos mediante la elaboración de un informe sobre los costes económicos, sociales y ambientales de los campos de golf. Los puntos analizados son:

- 7.5. Extrae conclusiones por comparativa entre los puntos 2 (construcción de gráficos por provincias donde se reflejen los mayores cambios poblacionales en las costas de Huelva y Cádiz en los meses de junio, julio, agosto y septiembre) y 4 (construye gráficos que representen las precipitaciones en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, en los lugares que suministran agua a estas regiones).
- 7.6. Usando los datos obtenidos anteriormente, finaliza el informe con un decálogo de buenas prácticas respecto al agua que todo modelo de turismo sostenible debe cumplir.

B. El grupo de alumnos G4 debe realizar un proyecto detallado en el que se estime el coste económico que supone poner un litro de agua en un campo de golf. Además, deberá realizar una pequeña exposición fotográfica (formato pdf) de autoría propia que refleje lo mejor posible el tema tratado. Dicho proyecto y exposición serán expuestos al resto de compañeros. Los grupos de alumnos G5 y G6 realizarán las mismas tareas pero referidas al coste ambiental y al coste social.

Momento-actividad 8: Consumo y costes del sector agricultura. Actividad individual-grupal

En esta ocasión, para conocer diferentes aspectos del consumo del agua en el sector agricultura, no solo se solicita al alumnado un informe detallado, sino que se realiza un juego de rol en el que cada alumno será uno de los actores que interviene en esta problemática. El punto analizado es el siguiente:

B. El grupo de alumnos G1 debe realizar un proyecto detallado en el que se estime el coste económico que supone poner un litro de agua en un invernadero. Además, deberán realizar una pequeña exposición fotográfica (formato pdf) de autoría propia que refleje lo mejor posible el tema tratado. Dicho proyecto y exposición serán expuestos al resto de compañeros. Los grupos de alumnos G2 y G3 realizarán las mismas tareas pero referidas al coste ambiental y al coste social.

Momento-actividad 9: Consumo y costes del sector población. Actividad individual-grupal

Mediante este momento-actividad nos centramos en los estilos de vida, y en definitiva en los consumos de cada uno de los alumnos como representantes del sector población. De nuevo abordamos los costes de este sector mediante informes grupales. El punto analizado es el siguiente:

9.a. ¿En qué época del año consideras que consumes más? ¿Por qué?

Momento-actividad 10: Problemática económica. Actividad grupal

Dos grupos de alumnos deben realizar un proyecto detallado en el que se estimen los principales problemas económicos que giran en torno al agua en nuestra comunidad andaluza. Además, deberán realizar una pequeña exposición fotográfica (formato pdf) de autoría propia que refleje lo mejor posible el tema tratado. Dicho proyecto y exposición serán expuestos al resto de compañeros.

Momento-actividad 11: Problemática ambiental. Actividad grupal

Dos grupos de alumnos deben realizar un proyecto detallado en el que se estimen los principales problemas ambientales que giran en torno al agua en nuestra comunidad andaluza. Además, deberán realizar una pequeña exposición fotográfica (formato pdf) de autoría propia que refleje lo mejor posible el tema tratado. Dicho proyecto y exposición serán expuestos al resto de compañeros.

Momento-actividad 12: Problemática social. Actividad grupal

Dos grupos de alumnos deben realizar un proyecto detallado en el que se estimen los principales problemas sociales que giran en torno al agua en nuestra comunidad andaluza. Además, deberán realizar una pequeña exposición fotográfica (formato pdf) de autoría propia que refleje lo mejor posible el tema tratado. Dicho proyecto y exposición serán expuestos al resto de compañeros.

Momento-actividad 16. Vida gota de agua. Actividad grupal

Eres una gota de agua: ¿por qué lugares y procesos pasarías a lo largo de tu vida?

Para diseñar la programación se utilizaron como hilo conductor común tácito las diferentes fases por las que puede pasar el agua en su gestión, tomando además en consideración las ideas previas del alumnado (figura 1).

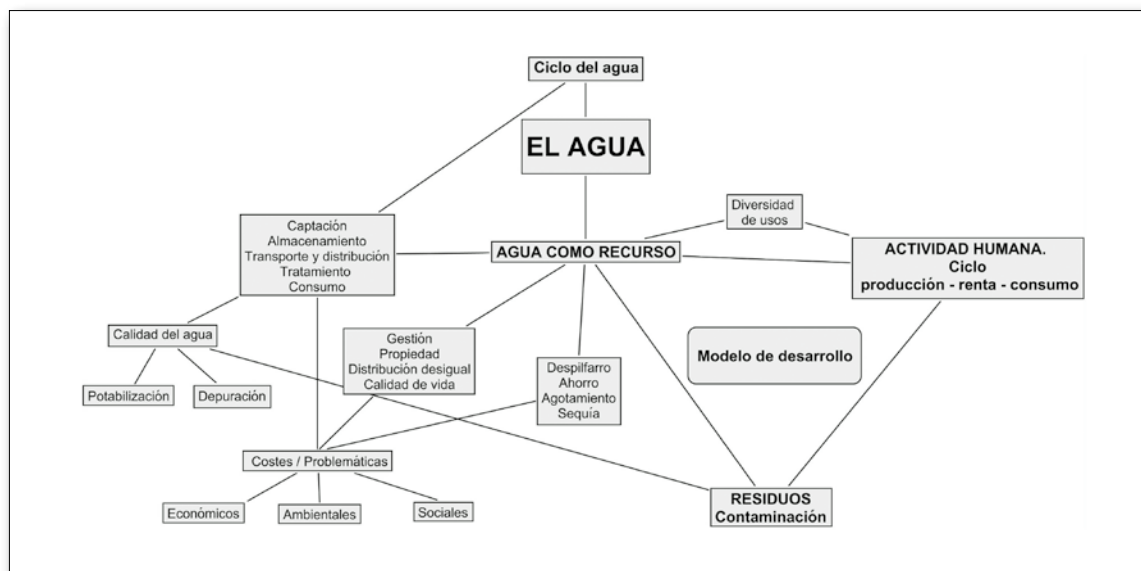


Fig. 1. Trama de contenidos investigados respecto a la noción de agua.

Técnicas e instrumentos para la obtención de datos

Para la selección de las técnicas, nos hemos basado en la necesidad de cubrir la recogida de datos desde tres ángulos o puntos de vista diferentes: lo que el alumnado piensa, lo que dice y lo que hace. Estas son las técnicas que hemos utilizado:

- a) Observación directa, observación participante: hemos buscado la recogida sistemática de datos mediante el contacto directo con el contexto educativo, entendiéndose este como los diferentes lugares donde ocurrieron los procesos de enseñanza-aprendizaje (aula, laboratorio, etc.). Gracias al carácter flexible y abierto del proceso investigativo, pese a partir de una serie de momentos-actividades originalmente prediseñados, las observaciones han ido configurando dichos momentos-actividades, por lo que muchos pasos han sido marcados por la propia dinámica del aula. Dentro de la observación directa, debido a la riqueza de datos obtenidos, el dinamismo y la fluidez de la dinámica, hemos de destacar dos actividades por encima de las demás: los debates y un juego de rol.
- b) La recogida de información en el diario de clase: herramienta imprescindible para poder realizar una correcta observación directa de los aspectos acontecidos en el aula. Estos aspectos abarcan desde los contenidos manejados por el alumnado, hasta el modo (seguridad, claridad, etc.) como expresaban estos contenidos. De la misma manera, la información no verbal también fue recogida dentro de las limitaciones que el lenguaje postural (cuerpo, pero sobre todo gestos faciales) tiene. Finalmente, las interacciones entre los diferentes elementos que conformaban el contexto educativo también pasaron a ser recogidas dentro del diario.
- c) La observación de las producciones: sin duda, esta técnica ha tenido un papel capital dentro de la recogida de datos, ya que se utilizó en gran medida para profundizar en la investigación sobre trabajo cooperativo. Así, podemos destacar los proyectos que los alumnos realizaron en grupo sobre consumos de aguas y problemáticas aparejadas. En la misma línea, pero sumando un carácter de momento-actividad de «cierre», también podemos destacar el diseño de campañas de EA que se han realizado en grupos de alumnos, en las que se refleja una gran parte del proceso que ellos han vivido. Además, también se han recogido producciones individuales como

la realización de dibujos que se hacían antes y después de la intervención educativa. Finalmente, otro de los instrumentos utilizados ha sido el cuaderno de clase de cada alumno, que estaba compuesto por informes de cada momento-actividad.

- d) Los cuestionarios: pese a formar parte del cuaderno de clase, cabe destacar que no se han reducido a planteamiento de preguntas-respuestas, sino que se ha buscado conocer ideas y opiniones mediante el uso de instrumentos como tormenta de ideas, cómic o visualización de parejas de imágenes.

Procedimiento para el tratamiento de los datos

El tratamiento de los datos se llevó a cabo mediante la creación de un sistema de cuatro categorías, en cada una de las cuales se desarrollaron unas *hipótesis de transición* que lograron dar coherencia al proceso de construcción de conocimientos por parte del alumnado y las dificultades que encontraron en dicho proceso. Dado que investigamos variables pertenecientes a acontecimientos naturales no usuales o atípicos, nuestros sistemas de categorías se han ido adaptando en función de los fenómenos que acontecen en el aula (Pérez Gómez, 1989). El conjunto de dimensiones (y la transición correspondiente) propuesto por García (1994, 1995, 1997 y 1998), García y Rivero (1996) y Cano (2007), como transición desde un pensamiento simple hacia otro complejo, fue empleado como criterio para establecer la naturaleza de la progresión. Todas las categorías de análisis comienzan por las ideas más simples que pueda ofrecer el alumnado para progresar posteriormente hacia pensamientos más complejos.

Con la primera categoría se buscó conocer el grado de centramiento del alumnado en lo evidente. Se realizó un recorrido desde los aspectos más fáciles de reconocer y manejar por ellos (nivel mesocosmos) hasta otros más difíciles (nivel macro y micro), incluyendo la simultaneidad en su tratamiento. En la segunda categoría se profundizó en el grado de multicausalidad que el alumnado es capaz de vislumbrar. Se inició esta categoría con las relaciones de una sola causa con un solo efecto, pasando por varias causas para un efecto y viceversa, para finalizar en las relaciones de múltiples causas para múltiples efectos. Se creyó conveniente utilizar como tercera categoría de análisis el estudio del grado de uniperspectivismo/pluriperspectivismo en los alumnos. Se comenzó con una visión sencilla uniperspectivista, para pasar posteriormente a la posibilidad de incluir relativizaciones en esta. Como nivel más complejo dentro de tal categoría se consideró la aparición de más de una perspectiva. Finalmente, la cuarta y última categoría analizada fue el grado de complejidad alcanzado por los estudiantes. El nivel más bajo vendría dado por la inexistencia de establecimiento de relaciones. Posteriormente, aumentaría el grado de complejidad conforme aparecieran relaciones inter e intravariabes, así como el número de estas. Todas las categorías son resumidas en la cuadro 2.

Cuadro 2.
Categorías o dimensiones de análisis y sus respectivos niveles

Categoría 1. Grado de centramiento en lo evidente

- a. lo evidente
- b. lo no evidente apoyado en evidencias
- c. lo no evidente (nivel meso)
- d. nivel meso y micro
- e. simultaneidad de meso y micro
- f. nivel macro, meso y micro

Categoría 2. Grado de multicausalidad

- a. una causa-un efecto
- b. más de una causa para un efecto, o viceversa
- c. más de una causa para un efecto, y viceversa
- d. múltiples causas y efectos

Categoría 3. Grado de uniperspectivismo/pluriperspectivismo

- a. una perspectiva
- b. alguna relativización
- c. más de una perspectiva

Categoría 4. Grado de complejidad en cuanto a elementos y relaciones

- a. no relación
- b. relaciones intravariabes
- c. pocas relaciones intervariables
- d. numerosas relaciones intervariables

RESULTADOS

Aunque el abanico de resultados obtenidos con esta investigación ha sido amplio, en un esfuerzo de síntesis hemos creído que los resultados más relevantes son aquellos que hacen tangible la naturaleza de las transiciones que han ocurrido a lo largo del proceso de aprendizaje.

a) Categoría grado de centramiento en lo evidente

1. Transición desde el nivel donde se reconoce solo lo evidente y próximo de percepción directa (mesocosmos), hacia el nivel donde se reconocen elementos no evidentes pero apoyados en percepciones evidentes y directas.

2. Transición desde el nivel donde se reconocen elementos no evidentes pero apoyados en percepciones evidentes y directas, hacia el nivel donde se reconocen elementos o características del mesocosmos que no son directamente perceptibles.

3. Transición desde el nivel donde se reconocen elementos o características del mesocosmos que no son directamente perceptibles, hacia el nivel donde se reconocen elementos del mesocosmos y del microcosmos de modo individual.

Resultaron ser tres transiciones de dificultad baja. Para que se logren estas transiciones de dificultad baja es necesaria una continuidad temporal en la metodología educativa empleada. Gracias a esta continuidad se logra la consolidación del sistema de ideas, independientemente del contexto de la actividad.

4. Transición desde el nivel donde se reconocen elementos del mesocosmos y del microcosmos de modo individual hacia el nivel en el que se reconoce que en un evento cualquiera están presentes, simultáneamente, los dos niveles (meso y micro).

Resultó ser una de las dos transiciones más dificultosas dentro de esta investigación. Los alumnos en general no son capaces de mantener sus focos de atención sobre dos niveles, que podrían enriquecerse uno a otro a modo de *feedback*.

5. Transición desde el nivel donde se reconoce que en un evento cualquiera están presentes, simultáneamente, los dos niveles (meso y micro), hacia el nivel donde se reconoce que en un evento cualquiera están presentes, simultáneamente, los tres niveles (macro, meso y micro).

Fue la transición más interesante, ya que si el estudiante es capaz de mantener dos focos de atención de manera simultánea, no le es especialmente dificultoso encender y mantener al mismo tiempo un tercer foco, pudiendo abarcar los niveles macro, meso y microcosmos (figura 2).

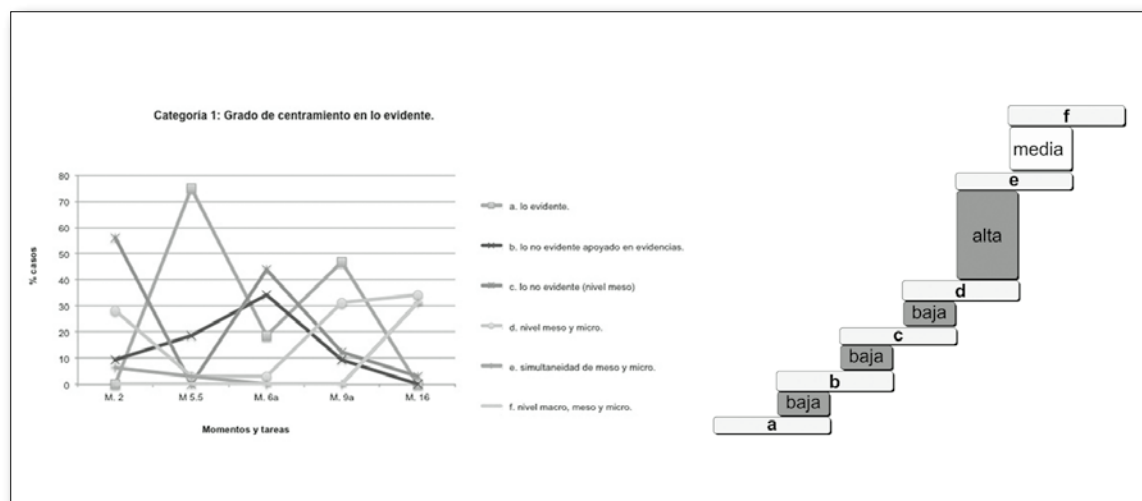


Fig. 2. Evolución en % de los niveles de formulación de la categoría 1 y grado de dificultad en la construcción del conocimiento en la categoría 1.

b) Categoría multicausalidad

1. Transición desde el nivel donde no se identifican más de una causa para un efecto o más de un efecto para una causa, hacia el nivel donde se identifica más de un efecto para una causa o más de una causa para un efecto.

Esta primera transición ya fue de una dificultad alta. Es razonable pensar la existencia en los alumnos de un modelo lineal de pensamiento, fomentado desde nuestro sistema educativo, en el que una causa solo puede dar lugar a un efecto.

2. Transición desde el nivel donde se identifica más de un efecto para una causa o más de una causa para un efecto, hacia el nivel donde se identifica más de un efecto para una causa y más de una causa para un efecto.

Es una transición de dificultad media, llegando a los alumnos directamente tanto desde el nivel «una causa-un efecto» como desde el nivel «más de una causa para un efecto o viceversa».

3. Transición desde el nivel donde se identifican más de un efecto para una causa y más de una causa para un efecto, hacia el nivel donde se considera cada uno de los elementos de la gestión del agua como fenómenos resultantes de múltiples causas y con múltiples efectos.

La mayoría del alumnado permanece en el nivel «más de una causa para un efecto y viceversa», siendo una transición dificultosa el paso hacia el último nivel en el que se relacionan múltiples causas y efectos (figura 3).

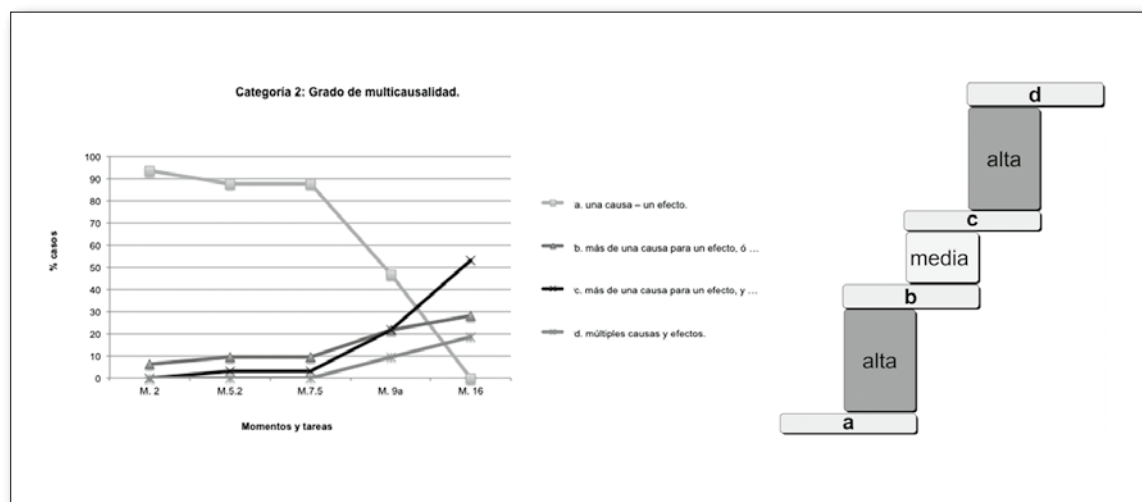


Fig. 3. Evolución en % de los niveles de formulación de la categoría 2 y grado de dificultad en la construcción del conocimiento en la categoría 2

c) Categoría grado de uniperspectivismo y pluriperspectivismo

1. Transición desde el nivel donde se considera solo una perspectiva, de tipo absoluto, para determinar la problemática de un elemento de la gestión del agua sin matices, hacia el nivel donde se considera una perspectiva para determinar la problemática de un elemento de la gestión del agua y/o sus efectos, pero se comienza a introducir alguna relativización en esta, alguna matización.

Es en esta categoría donde se da la segunda transición más difícil detectada en la presente investigación. Las observaciones anotadas en el diario del profesor muestran que el alumnado presenta una gran resistencia a la hora de abandonar un modo de pensar atomizado.

2. Transición desde el nivel donde se considera una perspectiva para determinar la problemática de un elemento de la gestión del agua y/o sus efectos, pero se comienza a introducir alguna relativización en esta, alguna matización, hacia el nivel donde se consideran diversas perspectivas para determinar la problemática de un elemento de la gestión del agua y/o sus efectos.

En este caso la resistencia es menor, pudiéndose considerar de dificultad media, ya que aparecen suaves «dientes de sierra» que nos indican la necesidad de un periodo breve de consolidación del sistema de ideas para adaptarse al contexto de los momentos-actividad (figura 4).

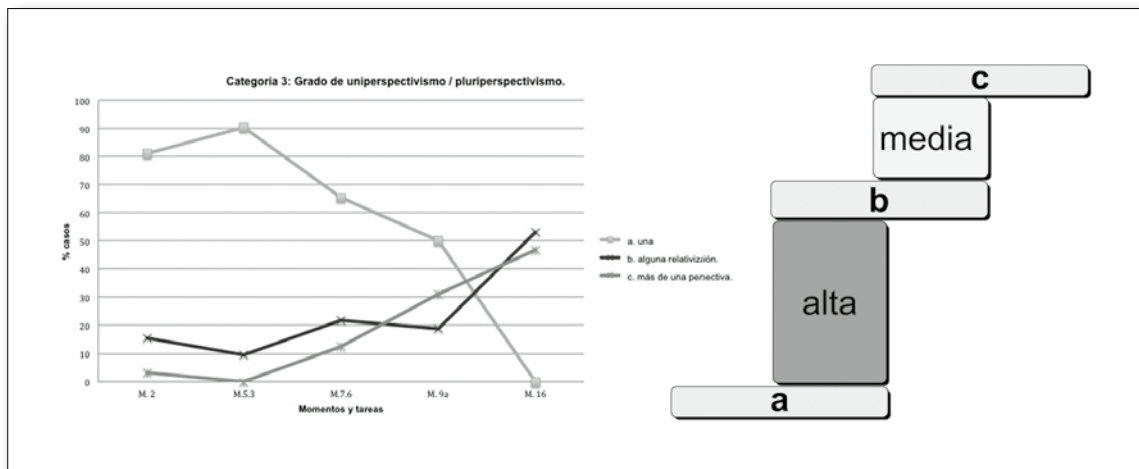


Fig. 4. Evolución en % de los niveles de formulación de la categoría 3 y grado de dificultad en la construcción del conocimiento en la categoría 3.

d) Categoría grado de complejidad con relación a los elementos y relaciones consideradas

1. Transición desde el nivel donde se considera que dentro de una variable de la gestión del agua, los elementos que intervienen no tienen relaciones relevantes entre sí, hacia el nivel donde se considera que dentro de una variable de la gestión del agua los elementos que intervienen tienen relaciones relevantes entre sí.

Detectamos una transición de una dificultad alta, ya que no es hasta el penúltimo momento-actividad cuando se produce un descenso acusado.

2. Transición desde el nivel donde se considera que, dentro de una variable de la gestión del agua, los elementos que intervienen tienen relaciones relevantes entre sí, hacia el nivel donde se considera que algunos elementos de dos variables de la gestión del agua tienen relaciones relevantes entre sí.

3. Transición desde el nivel donde se considera que algunos elementos de dos variables de la gestión del agua tienen relaciones relevantes entre sí, hacia el nivel donde se considera que diferentes elementos de diversas variables de la gestión de agua tienen relaciones relevantes entre sí.

Son niveles de «paso» o «transición rápida», ya que el 90% de los casos abandonan para siempre estos niveles (figura 5).

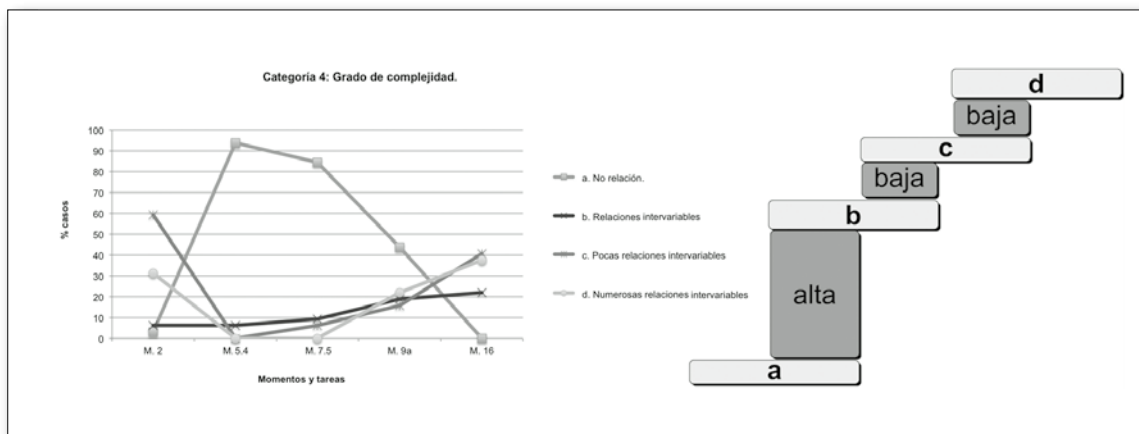


Fig. 5. Evolución en % de los niveles de formulación de la categoría 4 y grado de dificultad en la construcción del conocimiento en la categoría 4.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Pese a la limitación de la experiencia en cuanto al seguimiento en el tiempo (aunque se pretende superar esta limitación ampliando la investigación en cursos posteriores con los mismos alumnos), podemos extraer las siguientes conclusiones:

a) A nivel de intercategorías analizadas, podemos decir que en la categoría de centramiento en lo evidente se producen intensos procesos de progreso y regresión entre los niveles. Dichos procesos se suavizan mucho, pero se mantienen (sobre todo en el nivel de uniperspectivismo con alguna relativización) en la categoría del grado de uniperspectivismo/pluriperspetivismo. Sin embargo, en las categorías de grado de multicausalidad y de complejidad los procesos poseen un carácter más lineal. En el caso de la categoría que analiza el centramiento en lo evidente, el 30% de los alumnos llegan al máximo nivel en las transiciones, mientras que en las categorías de grado de multicausalidad, grado de uni/pluriperspectivismo y grado de complejidad llegan al 20, 45 y 40%, respectivamente. Por tanto, en futuras intervenciones desde el punto de vista de la EA respecto el agua, los esfuerzos deberían centrarse en superar las barreras de transición de las categorías que han obtenidos peores resultados: grado de complejidad (20%) y centramiento en lo evidente (30%).

b) A nivel de intracategorías, las transiciones más dificultosas de superar (y por tanto en las que se deben realizar los mayores esfuerzos didácticos mediante el diseño de actividades específicas englobadas dentro de la programación y encaminadas a superar estas dificultades) son (figura 6):

- por un lado, el paso desde una visión donde los niveles meso y microcosmos solo se captan de manera no simultánea hacia una visión de simultaneidad entre ambas (en el caso de la categoría de centramiento en lo evidente);
- por otro lado, conseguir avanzar desde una visión uniperspectivista hasta una visión uniperspectivista con relativizaciones (en el caso del grado de uni y pluriperspectivismo).

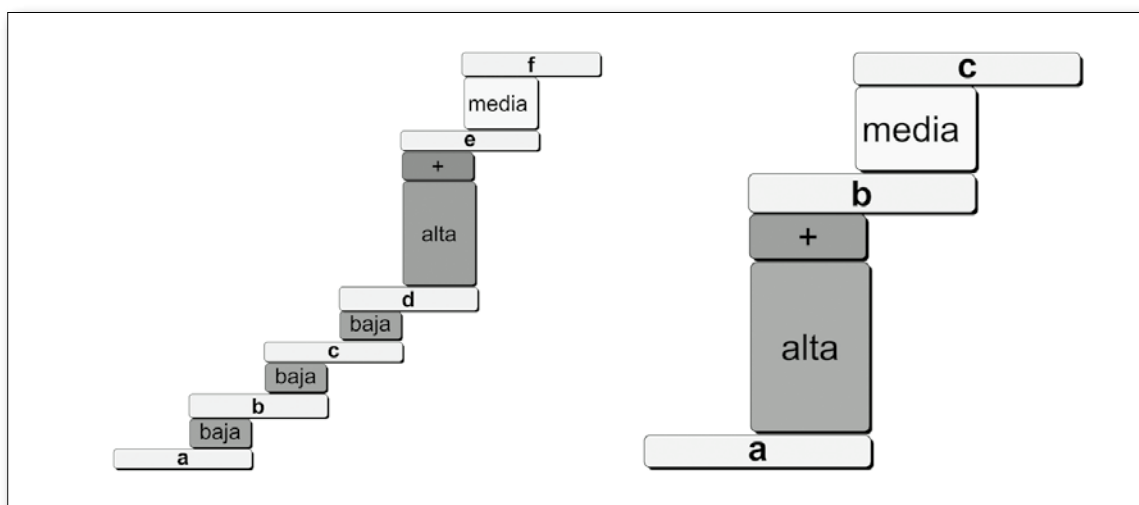


Fig. 6. Grado de dificultad máxima en la construcción del conocimiento en la categoría 1 y en la categoría 3, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, P. y VEGA, P. (2009). Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la Educación Ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, 14 (2), pp. 245-260.
- ARROJO, P. (2006). *El reto ético de la nueva cultura del agua*. Barcelona: Paidós.
- BENAYAS, J.; GUTIÉRREZ, J. I. y HERNÁNDEZ, N. (2003). *La investigación en educación ambiental en España*. Madrid: Organismo Autónomo de Parques Naturales.
- CANDELA, A. (1999). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México: Paidós.
- CANO, M. I. (2007). La contaminación del agua: una propuesta para trabajar de forma funcional y significativa en la educación secundaria. *Investigación en la Escuela*, 63, pp. 47-63.
- CANO, M. I. (2009). La investigación escolar: un asunto de enseñanza y aprendizaje en la Educación Secundaria. *Investigación en la Escuela*, 67, pp. 63-79.
- COLL, C.; COLOMINA, R.; ONRUBIA, J. y ROCHERA, M. J. (1992). Actividad conjunta y habla: una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. *Infancia y Aprendizaje*, pp. 59-60 y 189-232.
- CUBERO, R. (2005). *Perspectivas constructivistas*. Barcelona: Graó.
- EDWARDS, D. y MERCER, N. (1987). *Common knowledge. The development of understanding in the classroom*. London, Methuen and Co. (Trad. cast. *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós-MEC, 1988).
- FOURNIER, J. Y. (1999). *À l'école de l'intelligence. Comprendre pour apprendre*. París: ESF Éditeur.
- FRANQUESA, T. (1999). *Situación comprometida*. En F. Heras y M. González (coords.). *30 Reflexiones sobre educación ambiental*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- GARCÍA, J. E. (1994). El conocimiento escolar como un proceso evolutivo: aplicación al conocimiento de nociones ecológicas. *Investigación en la Escuela*, 23, pp. 65-76.
- GARCÍA, J. E. (1995). *Epistemología de la complejidad y enseñanza de la ecología: el concepto de ecosistema en la educación secundaria*. Tesis doctoral, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla.
- GARCÍA, J. E. (1997). La formulación de hipótesis de progresión para la construcción del conocimiento escolar: una propuesta de secuenciación en la enseñanza de la ecología. *Alambique*, 14, pp. 37-48.
- GARCÍA, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa de los contenidos escolares*. Sevilla: Díada Editora.
- GARCÍA, J. E. (1999). Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en educación ambiental. *Investigación en la Escuela*, 37, pp. 15-32.
- GARCÍA, J. E. (2002). Una propuesta de construcción del conocimiento en el ámbito de la Educación Ambiental basada en la investigación del alumno. *Cooperación Educativa*, 67, pp. 39-52.
- GARCÍA, J. E. (2004). *Educación Ambiental, Constructivismo y Complejidad*. Sevilla: Díada Editora.
- GARCÍA, J. E. y RIVERO, A. (1996). La transición desde un pensamiento simple a otro complejo, en el caso de la construcción de las nociones ecológicas. *Investigación en la Escuela*, 28, pp. 23-36.
- GARCÍA PÉREZ, F. F. (2000). Un modelo didáctico alternativo para transformar la educación: el modelo de investigación en la escuela. *Scripta Nova*, 64. Disponible en línea: <<http://www.ub.es/geocrit/sn-64.htm>>.
- GUBA, E. (1981). Criterios de credibilidad en la investigación naturalista. En Gimeno Sacristán y Pérez Gómez (1989). *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid: AKAL/Universitaria.
- HAM, S. (1983). Communication and recycling in park campgrounds. *Journal of Environmental Education*, 15(2), pp. 17-20.

- HOPPER, J. R. y NIELSEN, J. M. (1991). Recycling as altruistic behavior. Normative and behavioral strategies to expand participation in a community recycling program. *Environment & Behavior*, 23(2), pp. 195-220.
- LEEMING, K. C.; DWYER, W. O.; PORTER, B. E. y COBERN, M. K. (1993). Outcome research in Environmental Education: a critical review. *Journal of Environmental Education*. IV.24(4), pp. 8-21.
- MANCISIDOR, M. (2008). *El derecho humano al agua. Situación actual y retos de futuro*. Barcelona, Icaria.
- MANGAS, V. J.; MARTÍNEZ, P. y PEDAUYÉ, R. (1997). Analysis of environmental concepts and attitudes among Biology degree students. *Journal of Environmental Education*, 29(1), pp. 28-33.
- OSTMAN, R. E. y PARKER, J. L. (1988). Impact of education, age, newspapers, and television on environmental knowledge, concerns, and behaviour. *Journal of Environmental Education*, 19(1), pp. 3-9.
- PÉREZ GÓMEZ, A. (1989). *Paradigmas contemporáneos de investigación didáctica*. En Gimeno y Pérez (1989). *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid: AKAL/Universitaria.
- RABADÁN, J. M. y FLOR, J. I. (1998). La modificación de la práctica docente: un estudio longitudinal en el tiempo. *Alambique*, 15, p. 67.
- RODRÍGUEZ, F. y GARCÍA, J. E. (2009). El activismo que no cesa. Obstáculos para incorporar la metodología didáctica basada en la investigación del alumno a la práctica de la Educación Ambiental. *Investigación en la escuela*, 67, pp. 23-36.
- SELBY, D. (1996). Educación Global: hacia una irreductible perspectiva global en la escuela. *Aula de Innovación Educativa*, 51, pp. 25-30.
- SHULMAN, L. S. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea. En M. C. Wittrock. *La investigación de la enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós Educador/MEC.
- ULL, M.; AZNAR, P.; MARTÍNEZ, M. P.; PALACIOS, B. y PIÑERO, A. (2010). Conocimientos y actitudes del profesorado universitario sobre problemas ambientales. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), pp. 433-446.

THE PROCESS OF CONSTRUCTING MEANINGFUL KNOWLEDGE REGARDING WATER IN HIGH SCHOOL. CASE STUDIES.

Jorge Fernández Arroyo
jferarr10@gmail.com

The issue of water is, almost certain, one of the most widely used in Environmental Education (EE onwards).

There is a clear link between the lack of treatment of water issues in EE and theoretical shortcomings of EE and, especially, the predominance of an activist model in the practice of EE (Cano, 2007 and 2009; García, 2002 and 2004; Rodríguez and García, 2009). Overcoming this dominance of the activist model involves, among other measures, to ensure adequate training of teachers (Ull, Aznar, Martínez Palacios and Piñero, 2010).

The educational experience presented is based on an educational model developed by the Red IRES in recent years (García, 1998 and 2004; García Pérez, 2000). In this model student's research is chosen as a strategy for teaching / learning, didactic approach which is based on three theoretical paradigms:

- a) the constructivist perspective of learning.
- b) the epistemological perspective of complexity.
- c) critical pedagogy.

The objectives of this investigation were:

- a) the identification of the transition processes from a simple to a complex thought, as well as the contributions that the constructivist perspective made to the water issue.
- b) the practical and tangible application of both identifications in EE.

The study of the case presented has been carried out on a group of 1st year of post-compulsory education that was taking the compulsory subject of Science for the Contemporary World (belonging to the Science and Technology module) in a secondary school of Seville. It was a group consisting of 32 students, 14 of whom were female (43.75%) and 18 boys (56.25%). The ages ranged from 15 to 16 years. There was only a repeater. Because of the persistent absences that the child had, it was decided not to include him in the study.

The researcher who designed the experience, the teacher who put it into practice and the author of this article are the same person.

The methodology has a longitudinal character because a repeated and ordered observation was carried out in time, in order to identify changes and their causes (Rabadan and Flower, 1998). In addition, the experience also shows a procedural nature, due to the analysis of the processes that lead students to evolve in their views on water.

This methodology was captured in a syllabus of both individual and group activities. To design the syllabus different stages were used as a tacit common thread through which water can pass in its management.

The techniques and instruments for data collection were:

- a) Direct observation, participant observation.
- b) Class journal.
- c) Observation of the productions.
- d) Questionnaires.

The data processing was carried out by creating a system of four categories within each of which was developed a transitional scenario that managed to bring coherence to the process of knowledge construction and the difficulties encountered in the process by students. All categories of analysis began with the simplest ideas that students offer to their later progress towards more complex thoughts.

Despite limited experience in monitoring over time, the following conclusions can be drawn:

- a) At the level of analyzed intercategories, we can say that in the category of focusing on obviousness, intense processes of progress and regression between the levels take place. These processes are softened but remain (especially at the level of uniperspectivism with some relativization) in the category of the degree of uniperspectivism / pluriperspectivism. However, the categories of degree of complexity and multicausal processes have a more linear one.

- b) At the level of intracategories, the most difficult transitions to overcome are:

– Firstly, the shift from a vision where the mesocosm and microcosm levels are only captured in a non-simultaneously way, toward a vision of simultaneity between them (in the case of category focusing on obviousness).

– Secondly, making progress from a uniperspectivist vision to a uniperspectivist with relativizations (in the case of the degree of uni and pluriperspectivism).