

**LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL USO, CONSUMO Y  
CONTAMINACIÓN DEL AGUA. CONCEPCIONES DEL ALUMNADO DE  
PRIMERO DE BACHILLERATO.**

**CONSTRUCTION OF KNOWLEDGE ON THE USE, CONSUMPTION AND WATER  
POLLUTION. CONCEPTIONS IN STUDENTS OF 1º DE BACHILLERATO AT A  
SECONDARY SCHOOL.**

---

**Jorge Fernández Arroyo**  
Dpto. Didáctica CC. Experimentales y Sociales.  
Universidad de Sevilla.  
*jferarr10@us.es*

**Resumen**

En la presente comunicación se aborda el problema de conocer los procesos de construcción del conocimiento significativo en alumnos y alumnas de 1º 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 el marco de la elaboración de una tesis doctoral, donde 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.

**Abstract**

In the present communication, 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.

**Palabras claves:** Educación ambiental, Constructivismo, complejidad

**Key words:** Environmental education, Constructivism, complexity.

## 1.-INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo esta investigación, hemos tomado como elemento central, el conocimiento que han adquirido los alumnos y alumnas de un grupo de 1º de Bachillerato mediante el uso de una determinada propuesta metodológica basada en la investigación del alumno. La temática en torno a la que ha girado dicha propuesta, ha sido el uso, consumo y contaminación del agua.

El agua, debido a sus especiales características (recurso frágil, escaso e imprescindible para la vida), ha sido utilizado como temática a partir de la cual conseguir que la población la adopte como recurso que se debe cuidar, conservar y disfrutar de una manera racional. Por ello, podemos afirmar que el agua es una de las temáticas más utilizadas en Educación Ambiental (EA, en adelante), en esta última década en nuestro país. Debido a este especial contexto, debería ser lógico esperar que la población, con la que se ha realizado este estudio, presentase un nivel de concienciación relativamente superior al que pueda presentar para otras temáticas. Sin embargo, estamos lejos de poder realizar esta afirmación.

Dentro del enfoque tradicional que la EA ha llevado a cabo dentro de la temática del agua, cabe destacar, por su insistente aparición, las campañas de ahorro de agua de carácter informativo y puntual (Hopper y Nielsen, 1991). Algunos estudios posteriores a estas campañas demostraron que, efectivamente, se produjo una disminución en el consumo (Mangas, Martínez y Pedauyú, 1997). No obstante, debido a los problemas metodológicos que presentaban los diseños experimentales, los instrumentos de evaluación empleados o el tratamiento de datos aplicado, coincidimos con algunos autores (Leeming et al., 1993) en que debemos relativizar las conclusiones obtenidas.

Entre las principales dificultades que la EA presenta, respecto a la temática del agua, para llegar a lograr el cambio profundo desde un vieja cultura del agua hacia una nueva cultura del agua podemos citar las siguientes: a) se utiliza la información como única herramienta de cambio, b) escaso tiempo empleado en EA a la hora de abordar la problemática hídrica, c) el carácter rígidamente vertical de las fases de una campaña de EA, y d) los contenidos trabajados no siguen un esquema gradual y progresivo. En definitiva, las carencias del tratamiento de la temática del agua en EA se corresponden con carencias teóricas de la EA y, más concretamente, con el predominio de un modelo activista en la práctica de la EA (Fernández, 2010; Cano, 2009; García 2004)

Centrándonos ya en la experiencia que hemos desarrollado, nos hemos apoyamos en dos modelos educativos que nos han servido de referencia en todo el proceso:

- a) Modelo de Enseñanza – Aprendizaje: tomamos como referencia el modelo de Investigación en la escuela. En él se le da especial relevancia a los aspectos didácticos y el ajuste de la intervención. Su base es la investigación de los participantes, constituyendo el motor que puede provocar cambios en los procesos de enseñanza y aprendizaje e involucra tanto al profesorado como al alumnado. Dichos cambios pretenden incidir en la evolución en sus formas de ver el mundo y actuar en él, tanto desde el punto de vista del desarrollo y actuación profesional, en el caso del enseñante, como, en general en el desarrollo personal de todos los participantes en el proceso de formación: alumnado y profesorado. Se sustenta en los paradigmas teóricos de la Perspectiva constructivista del aprendizaje (Cubero, 2005; García, 2004; Coll y otros 1992), la Perspectiva epistemológica de la complejidad (García, 1997, 1998, 1999 y 2004) y la Investigación del alumnado (García Pérez, 2000; García, 2004).
- b) Modelo de Educación Ambiental: dentro de la diversidad de modelos de EA que podemos encontrar hoy en día, esta investigación toma como referente el modelo de Perspectiva integradora (García, 2004).

## **2.-OBJETIVOS**

La propuesta metodológica de esta investigación, se encuentra inmersa en dos paradigmas metodológicos, de acuerdo con la clasificación de algunos autores (Benayas, Gutiérrez y Hernández, 2003), que se complementan entre si:

- a) Investigación descriptiva (Guba, 1981; Pérez Gómez, 1989; Shulman, 1989): estamos ante un estudio de caso en el cuál se describen los fenómenos basándonos en la observación que se realiza en el ambiente natural. En nuestro caso el aula es el propio ambiente natural. 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.
- b) Investigación-acción (Elliot, 1993; Latorre, 2007): el objetivo principal de la intervención educativa desarrollada ha sido llegar a conclusiones con clara vocación de ser aplicadas. Podemos resumirlo en dos puntos:
  1. 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 uso, consumo y contaminación del agua.
  2. la aplicación práctica y tangible de ambas identificaciones en la EA.

Los objetivos marcados en esta investigación tratan de responder a los siguientes problemas de investigación:

1. Qué concepciones tiene el alumnado y cómo cambian las mismas en el desarrollo de una secuencia de actividades sobre el agua, en relación con su percepción de lo evidente.
2. En qué medida el alumnado es capaz de adoptar posiciones más relativistas.
3. 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.
4. Cuál es el número y la complejidad de relaciones que se reconocen en cuanto al recurso hídrico. Cómo cambia dicha concepción.

## **3.-DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO**

El estudio de caso se ha llevado a cabo en un grupo de 1º Bachillerato de la Modalidad de Ciencias y Tecnología en un Instituto de Educación Secundaria de Sevilla capital, durante el curso 2010/11. El grupo estaba constituido por 27 alumnos, de los cuales 15 son chicas (55,55 %) y 12 chicos (44,45 %). Las edades estaban comprendidas entre los 15 y los 16 años. Dos alumnos eran repetidores. Uno de los alumnos cambió de modalidad a mediados de curso, por lo que se optó por no incluirlo en el estudio, quedando la muestra en 26 alumnos.

### **3.1. Propuesta metodológica desarrollada en el aula.**

La metodología empleada ha sido longitudinal con la idea de conocer los cambios producidos en el alumnado, así como sus causas, ya que hemos realizado observaciones repetidas y ordenadas en el tiempo (Rabadán y Flor, 1998). En la experiencia hemos analizado los procesos que permiten al alumnado evolucionar sus concepciones sobre el uso, consumo y la contaminación del agua, por lo que el carácter procesual también ha estado presente. La metodología se articula mediante una

secuencia de actividades. Dentro de dicha secuencia, hemos seleccionado siete actividades que son las que más información aportan respecto a los cambios cognitivos acontecidos en el alumnado. Esta es la razón por la que las actividades, que presentamos en este trabajo, no aparecen numeradas correlativamente. A su vez, hemos distribuido estas siete actividades en tres grupos: el primero compuesto por tres actividades, el segundo por dos actividades y el tercero por otras dos actividades. A la hora de crear estas agrupaciones, hemos buscado aunar actividades de similar naturaleza. Esto ha permitido realizar un análisis en el tiempo de la evolución del pensamiento complejo del alumnado.

En el presente trabajo nos vamos a centrar en el análisis de un grupo compuesto por las siguientes: actividad 2 (Ciclo del agua), actividad 18 (Vida de una gota de agua) y actividad 21 (Ciclo del agua). Pasamos a resumir dichas actividades:

**Actividad 2:** se ha usado un cómic sobre el Ciclo del agua donde solo existe una viñeta completada (ver Figura 1). El resto de viñetas (y por lo tanto el orden) lo completaron el alumnado. Su objetivo es hacer explícita la idea del alumnado sobre el Ciclo del agua. La cuestión que se ha planteado en dicha actividad ha sido: *“¿De dónde viene el agua? ¿A dónde va? Completa las viñetas del siguiente cómic.”*

**Actividad 18:** se ha pedido al alumnado que desarrollen paso a paso los lugares y procesos por los que pasaría una gota de agua a lo largo de su vida. El objetivo fue el mismo que en la actividad 2, es decir, conocer la idea de Ciclo del agua que tiene el alumnado. Sin embargo, con esta actividad, se produce un cambio de contexto. En este caso no existen viñetas a las que ceñirse, sino que deben desarrollar la respuesta con palabras, en un formato de redacción libre. La cuestión que se plantea en dicha actividad es: *“Eres una gota de agua. Desarrolla paso a paso los lugares y procesos por los que pasarías a lo largo de tu vida”*

**Actividad 21:** se repite la misma cuestión que en la actividad 2 (ver Figura 1), conformando una actividad de cierre.

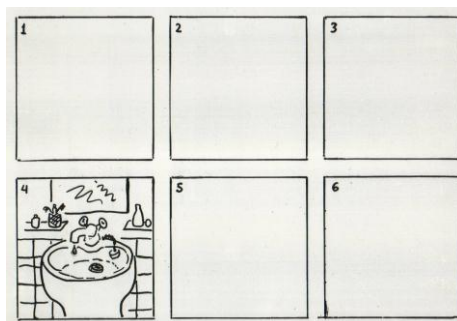


Figura 1

### 3.2. Instrumentos de investigación.

Para la selección de las técnicas, nos hemos basado en la necesidad de cubrir la recogida de datos desde tres puntos de vista diferentes: lo que el alumnado piensa, lo que dice y lo que hace. Las utilizadas han sido las siguientes: a) observación directa, observación participante, b) recogida de información en el diario de clase del profesor, c) observación de las producciones, d) cuestionarios, e) entrevistas y f) grabaciones de audios de las sesiones de clase.

### 3.3. Hipótesis.

Respecto a las hipótesis de partida, se resumen en la progresión de las ideas que esperábamos se diesen en el alumnado a lo largo de todo el proceso investigativo y que giran entorno a los problemas de investigación presentados anteriormente.

- Hipótesis respecto al problema de investigación nº 1: se espera que a lo largo del proceso de enseñanza, el alumnado pase de considerar únicamente factores muy evidentes y que son fácilmente perceptibles, a tener en cuenta aspectos del micro y macrocosmos que, inicialmente, para ellos son prácticamente inexistentes. Con mucha dificultad se logrará que el alumnado cambie el lugar donde sitúa su foco de atención, relacionando entre sí estos niveles: macro, meso y microcosmos.
- Hipótesis respecto al problema de investigación nº 2: es previsible que el alumnado maneje muy pocos puntos de vista al comienzo del proceso para, en etapas más avanzadas, considerar un abanico más amplio de posibles maneras de ver el mismo hecho.
- Hipótesis respecto al problema de investigación nº 3: posiblemente, al inicio de la secuencia de actividades, el alumnado considerará escasas variables y pocas relaciones entre ellas. Conforme avance el proceso el número de variables aumentará.
- Hipótesis respecto al problema de investigación nº 4: al igual que en el caso de las variables, el número de relaciones entre ellas será inicialmente bajos en los momentos iniciales, para aumentar progresivamente conforme el proceso vaya madurando, aumentando en número.

### 3.4. Sistema de categorías.

Los datos obtenidos de las actividades, han sido analizados utilizando un sistema de categorías general, que posteriormente hemos adaptado para cada una de las actividades.

El sistema de categorías general esta compuesto por cuatro categorías. Dentro de cada una de ellas se desarrollan unas *hipótesis de transición*. Éstas permiten dar coherencia al proceso de construcción de conocimientos por parte del alumnado y a las dificultades que encuentran en dicho proceso. Para establecer la naturaleza de la progresión hemos optado por utilizar como criterio el conjunto de dimensiones (y la transición correspondiente) propuesta por García (1994, 1995, 1997 y 1998) y García y Rivero (1996), como transición desde un pensamiento simple hacia otro complejo. En todo caso las categorías de análisis comienzan por las ideas más simples que puedan ofrecer el alumnado, hasta llegar a un cierto grado de complejidad.

En la primera categoría hemos buscado conocer el grado con que el alumnado se centra en lo evidente. Para ello se realiza un recorrido desde los aspectos más fáciles de reconocer y manejar por el alumnado (nivel mesocosmos) hasta otros más dificultosos (nivel macro y micro), incluyendo la simultaneidad en el tratamiento de los mismos.

En la segunda categoría hemos analizado la presencia de una o varias perspectivas en las concepciones del alumnado ante las situaciones planteadas. A estos lo hemos denominado grado de uniperspectivismo / pluriperspectivismo. Comenzamos con una visión sencilla uniperspectivista, para pasar a la posibilidad de la inclusión de relativizaciones en la misma. El nivel más complejo dentro de esta categoría es la posibilidad de aparición de más de una perspectiva.

La tercera categoría que hemos analizado es el grado de complejidad alcanzado por los estudiantes respecto a los elementos considerados. Las variaciones posibles dentro de esta categoría, es desde considerar un escaso número de elementos hasta la posibilidad de llegar a una riqueza de elementos.

Finalmente la cuarta y última categoría analizada, es el grado de complejidad en cuanto a las relaciones consideradas. El nivel más simplista viene dado por la inexistencia de establecimiento de relaciones. Otro nivel sería cuando aumenta el grado de complejidad al pasar por los siguientes tipos de relaciones en gradiente menor a mayor complejidad: relación binaria de causa – efecto, cadenas causales, relaciones ternarias y redes simples. El último nivel sería la consideración de interacciones (redes complejas).

Este sistema de categorías general, se va adaptando a las diversas actividades analizadas. Para las actividades 2, 18 y 21 se resume en la Tabla 1. En este sistema de categorías solo aparecen las

categorías 2, 3 y 4 ya que han sido las categorías para las que hemos obtenido información en estas actividades.

<b>Categoría 2: Grado de uniperspectivismo y pluriperspectivismo.</b>
2.a. Respuestas muy cerradas y tradicionales.
2.b. Considera diferentes opciones en uno ó dos parámetros.
2.c. Considera diferentes opciones en más de dos parámetros.
<b>Categoría 3: Grado de complejidad en cuanto a los elementos considerados.</b>
3.a. Considera solo elementos tradicionales. Ej: Llueve en las montañas, llueve sobre los embalses, etc.
3.b. Reconoce al mismo tiempo los procesos de potabilización y depuración.
3.c. Tiene en cuenta diferentes recorridos al caer (infiltración, escorrentía, etc) y diferentes orígenes (pozos, manantiales, embalses, ríos, desalinizadoras).
<b>Categoría 4: Grado de complejidad en cuanto a las relaciones consideradas.</b>
4.a. No existe la noción de ciclo.
4.b. Existe la noción de un ciclo cerrado tradicional.
4.c. Existe la noción de ciclo más abierto con diferentes opciones.

Tabla 1

#### 4.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES

##### 4.1. Resultados.

Aunque el abanico de resultados obtenidos con esta investigación ha sido amplio, el modo más coherente de presentar dichos resultados, a nuestro entender, es clasificándolos mediante las categorías analizadas en las actividades 2, 18 y 21. A continuación exponaremos dichos resultados, ejemplificando únicamente en la Categoría 2.

##### - Categoría 2.

Si nos centramos en la evolución de una alumna a lo largo de las actividades 2, 18 y 21 en la categoría 2, podemos ver como en cada actividad se sitúa en un nivel diferente. Ej: Inés en la actividad 2 se situó en el nivel “b”: *“El ciclo del agua, como su nombre indica, es un ciclo, por lo que comienza donde termina. 1) El agua se evapora y se forman las nieves. 2) Las nubes se condensan y llueve. Esa agua va a los ríos, mares, etc. 3) El agua de los ríos pasa a la depuradora, donde se filtra y limpia para hacerla potable y que pueda llegar a nuestras casas. Más tarde pasa por las tuberías. 4) El agua llega a nuestras viviendas por las tuberías. 5) Después de ser utilizada, va por las tuberías al alcantarillado. 6) El agua del alcantarillado va a los ríos y después al mar. Finalmente vuelve a comenzar el ciclo”*.

Sin embargo en la actividad 18, aunque seguía situada en el nivel “b”, se pueden observar una tendencia a evolucionar hacia el nivel “c”: *“Existen muchos tipos de gotas de agua, ya que existen muchos tipos de agua. Yo voy a seguir el recorrido de una gota de agua que cae por la lluvia en un país del tercer mundo. Esa gota, aunque puede seguir varios recorridos, llega a un río que se encuentra contaminado, por lo que se contamina ella también. Después, es bebida por una persona de allí, ya que no existen sistemas de saneamiento de aguas, ni sistemas para potabilizar el agua, y la única agua que pueden beber está contaminada. Esa gota contaminada entra en el cuerpo de esa persona y le causa una enfermedad debido a que está contaminada. Dentro de su cuerpo, termina formando parte del sudor que se segrega debido a las altas fiebres. Esa gota en el sudor se segrega y se evapora. Ahora, se encuentra en la atmósfera, y al llover, ese vapor de agua esta contaminado por la gota. Las precipitaciones se contaminan, y contaminan todo el medio por el que caen. Esa gota llega al suelo, contaminándolo y afectando a la flora y fauna existente en él. Esa gota se infiltra llegando a las aguas subterráneas, donde las contamina también. Este recorrido de la gota nunca terminaría, ya que seguirá contaminando por donde pase, y será un ciclo”*.

Finalmente en la actividad 21, Inés se afianza en el nivel “c”: *“1) Las nubes se condensan al evaporarse el agua. Se producen precipitaciones y estas llegan a ríos, mares, lagos... 2) Terminan en un embalse donde se almacena el agua. 3) El agua se canaliza hasta potabilizadoras donde se hace potable para el consumo humano. 4) El agua ya potable se canaliza hasta nuestras viviendas donde se utiliza. 5) Una vez utilizada y ahora contaminada pasa a la estación depuradora de aguas residuales donde se depura para devolverse al medio natural y que no lo contamine. 6) Se devuelve al medio natural. Pienso que este ciclo no siempre es así, ya que por ejemplo una vez utilizada no siempre el agua pasa por la depuradora, sino que muchas veces se devuelve al medio natural sin depurar y por tanto contaminando el medio. Además, a lo largo de todo el ciclo se producen evaporaciones e infiltraciones a las aguas subterráneas.”*

Los resultados obtenidos en toda la muestra para la categoría 2, grado de uniperspectivismo y pluriperspectivismo, en los niveles “a”, “b” y “c” de las actividades 2, 18 y 21 se resumen en la Tabla 2:

	Actividad 2	Actividad 18	Actividad 21
Nivel “a”	51,85%	17,65%	42,30%
Nivel “b”	37,03%	29,41%	46,15%
Nivel “c”	11,11%	52,94%	11,54%

Tabla 2

Como se observa en la Figura 2, donde representamos líneas de tendencia en cuanto al grado de uniperspectivismo y pluriperspectivismo, la actividad 18 presenta los mayores valores para el nivel “c”. Los valores del nivel “b” varían poco entre la actividad 2 y 18, por lo que el ascenso del nivel “c” se produce a costa del descenso del nivel “a”. Por tanto pocos alumnos y alumnas evolucionan desde el nivel “b” hacia el nivel “c”, mientras que un número significativo lo hacen desde el nivel “a” al nivel “c”. Una vez en la actividad 21, los valores del nivel “c” y “a” se restablecen a niveles similares a los presentados en la actividad 2, siendo el nivel “b” el nivel al que regresan los alumnos que anteriormente habían llegado a “c”.

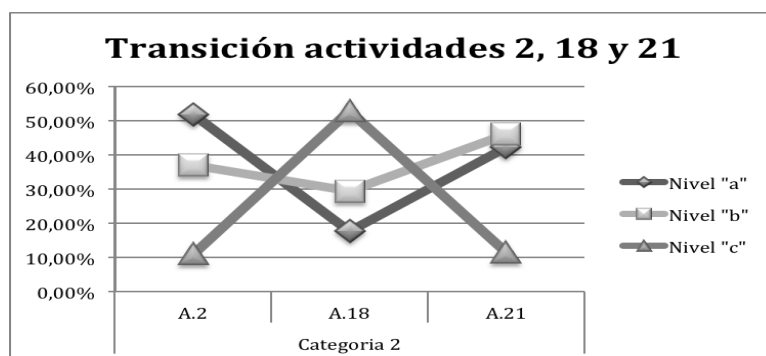


Figura 2

**- Categoría 3**

Si nos centramos en la evolución de una alumna a lo largo de las actividades 2, 18 y 21 en la categoría 3, podemos ver como en cada actividad se sitúa en un nivel diferente. Ej: Catalina en la actividad 2 se situó en el nivel "a". Sin embargo en la actividad 18 logra evolucionar hacia el nivel "c". Finalmente en la actividad 21, Catalina sufre un retorno hacia el nivel "b".

Los resultados obtenidos en toda la muestra para la categoría 3 en los niveles "a", "b" y "c" de las actividades 2, 18 y 21, en relación con el grado de complejidad en cuanto a los elementos considerados, se resumen en la Tabla 3:

	Actividad 2	Actividad 18	Actividad 21
Nivel "a"	33,33%	17,65%	26,92%
Nivel "b"	59,26%	41,17%	65,38%
Nivel "c"	7,40%	41,17%	7,70%

Tabla 3

Como se observa en la Figura 3, donde hemos representado líneas de tendencia en relación con el grado de complejidad en cuanto a los elementos considerados, se produce una dinámica muy similar a la comentada anteriormente para la categoría 2. En el paso de la actividad 2 a la actividad 18, los niveles "a" y "b" sufren un descenso en el número de casos por la evolución del alumnado desde estos niveles hacia el nivel "c". Estas dos evoluciones supone que los niveles "b" y "c" se igualen en la actividad 18. Finalmente los niveles "a", "b" y "c" retoman valores similares a los que presentaban en la actividad 2.

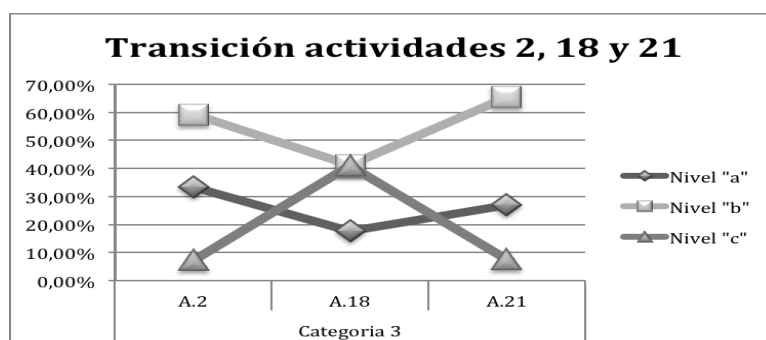


Figura 3



#### - Categoría 4

Si nos centramos en la evolución de un alumno a lo largo de las actividades 2, 18 y 21 en la categoría 4, podemos ver como en cada actividad se sitúa en un nivel diferente. Ej: Gonzalo en la actividad 2 se situó en el nivel "a". Sin embargo en la actividad 18 logra evolucionar hacia el nivel "b". Finalmente en la actividad 21, Gonzalo permanece en el nivel "b".

Los resultados obtenidos en toda la muestra para la categoría 4 en los niveles "a", "b" y "c" de las actividades 2, 18 y 21, en relación con el grado de complejidad en cuanto a las relaciones consideradas, se resumen en la Tabla 4:

	Actividad 2	Actividad 18	Actividad 21
Nivel "a"	48,15%	11,76%	23,07%
Nivel "b"	51,85%	58,82%	69,23%
Nivel "c"	0%	29,41%	7,70%

Tabla 4

Como se observa en la Figura 4, donde hemos representado líneas de tendencia en relación con el grado de complejidad en cuanto a las relaciones consideradas, en la actividad 2 los niveles "a" y "b" muestran un número de casos muy similar. Sin embargo el nivel "c" no presenta ningún caso. El paso de la actividad 2 a la actividad 18 supone una evolución desde el nivel "a" (cuyos valores descienden), hacia los niveles "b" y "c" (cuyos valores ascienden). En la actividad 21, por el contrario, se produce un retorno desde el nivel "c" (cuyos valores descienden), hacia los niveles "a" y "b" que ascienden.

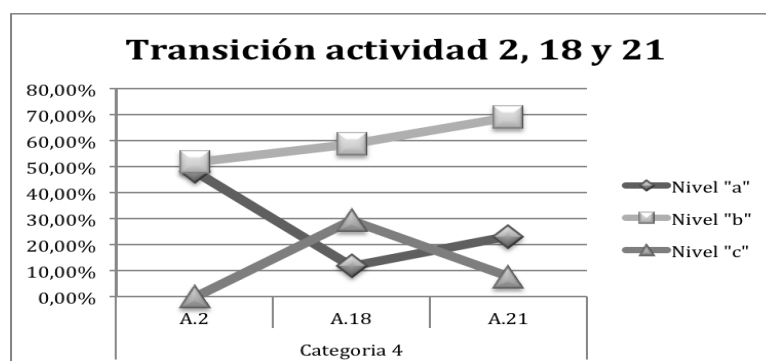


Figura 4

#### 4.2. Conclusiones e implicaciones didácticas.

A continuación expondremos las conclusiones. Para mantener la coherencia interna de la investigación hablaremos de conclusiones relacionadas con la evolución del conocimiento del alumnado, conclusiones sobre la relación entre la intervención didáctica realizada y la evolución del conocimiento del alumnado, y por último las conclusiones de tipo metodológico.

- conclusiones relacionadas con la evolución del conocimiento del alumnado: por un lado, en la categoría 2 (grado de uniperspectivismo y pluriperspectivismo) el alumnado no presenta dificultades para evolucionar desde el nivel "a" hacia el nivel "b" y desde el nivel "b" al nivel "c". Es decir, llegar al nivel "c", parece que no presenta excesivas dificultades. No obstante el retorno desde el nivel "c" hasta el nivel "a", pasando por el nivel "b" se produce con la misma

facilidad. En esta categoría 2 los niveles donde se mantienen *la mayoría* del alumnado en la última actividad son los *niveles “a” y “b”*. En la *categoría 3* (grado de complejidad en cuanto a los elementos considerados) se repite la *misma dinámica* de fáciles evoluciones y retornos entre los niveles “a”, “b” y “c” que se producen en la categoría 2. Sin embargo, el nivel donde se establecen *la mayoría* del alumnado al final del proceso, ya no es el nivel “a” y “b”, sino solo el *nivel “b”*. Por último, en la *categoría 4* (grado de complejidad en cuanto a las relaciones consideradas), se repite la *misma dinámica* de fáciles evoluciones y retornos entre los niveles “a”, “b” y “c” que se producen en la categoría 2 y 3. Sin embargo hemos de destacar, que pese a estas evoluciones y retornos, en ningún momento del proceso deja el *nivel “b”* de *aumentar* en número de casos, erigiéndose como el nivel donde se mantiene la mayoría del alumnado.

- b) conclusiones sobre la relación entre la intervención didáctica realizada y la evolución del conocimiento del alumnado: la intervención didáctica que hemos desarrollado, *ha permitido la evolución* de un número significativo de alumnos desde un pensamiento simple hacia otro complejo. Las *razones* por las que pensamos se ha logrado esta evolución son: por un lado hemos tenido en cuenta las ideas previas del alumnado a la hora de diseñar las actividades planteadas, determinando los contenidos que más les interesaban y los que menos. Además hemos establecido un hilo conductor común para todas las actividades: las diferentes fases por la que puede pasar el agua en su uso y consumo y las circunstancias que rodean a la contaminación de la misma. También hemos constituido fases de inicio, desarrollo y cierre dentro de cada actividad, donde hemos establecido periodos de acción - reflexión. Finalmente hemos diseñado un número suficientemente amplio de actividades como para realizar un proceso completo de enseñanza y aprendizaje. *Sin embargo*, al igual que se produce dicha evolución, el alumnado también presenta *retornos*. Las *razones* que apuntamos como principales desde esta investigación son, por un lado, los cambios de contexto que se producen entre una y otra actividad. Pese a que hemos establecido un hilo conductor común para todas las actividades, el contexto de cada una de ellas resultó muy diferente entre sí. Por otro lado, el carácter puntual de esta intervención educativa, sin una continuidad más prologada en el tiempo. Quizás una intervención que englobara varios cursos lograría una eficaz transferencia de conocimiento relativamente independiente de los cambios de contextos.
- c) conclusiones de tipo metodológico: como ya hemos mencionado anteriormente, no hemos logrado que todas las actividades diseñadas presenten la *misma naturaleza* de contexto. Esto ha supuesto por un lado que solamente algunas actividades puedan ser tenidas en consideración a la hora de realizar un análisis de la evolución del conocimiento del alumnado. Por otro lado, las *respuestas* vienen *condicionadas* por dicha naturaleza de contexto. Como ejemplo podemos citar la actividad 18, donde la respuesta narrativa que se solicita da lugar a un nivel de complejidad mayor que en las respuestas de las actividades 2 y 21, planteadas con un lenguaje más icónico y directo como es el formato de viñetas. Finalmente, el establecimiento de *tres niveles* de complejidad dentro de cada categoría (“a”, “b” y “c”) nos ha permitido diferenciar claramente las evoluciones y retornos entre dichos niveles.

En resumen el alumnado, en el proceso de construcción del conocimiento, es capaz de evolucionar y retornar con la misma facilidad desde un pensamiento simple a uno complejo y viceversa. Son necesarias futuras investigaciones que conformen la influencia de las limitaciones metodológicas planteadas sobre estos hechos.

## 5.- BIBLIOGRAFÍA

Benayas, J., Gutiérrez, J. I. y Hernández, N. (2003). *La investigación en educación ambiental en España*. Madrid: Organismo Autónomo de Parques Naturales.

Cano, M. I. (2009). La investigación escolar: un asunto de enseñanza y aprendizaje en la Educación Secundaria. *Revista Investigación en la Escuela* 67, 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*, 59-60, 189-232.
- Cubero, R. (2005). *Perspectivas constructivistas*. Barcelona: Graó.
- Elliot, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación acción*. Madrid: Morata.
- Fernández, J. (2010). Investigando el agua en Bachillerato. *Revista Investigación en la Escuela* 70, 21– 30.
- García, J.E. (1994): El conocimiento escolar como un proceso evolutivo: aplicación al conocimiento de nociones ecológicas. *Revista Investigación en la Escuela*, 23, 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. Dpto. 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. *Revista Alambique*, 14, 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. *Revista Investigación en la Escuela*, 37, 15-32.
- 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. *Revista Investigación en la Escuela* 28, 23 – 36.
- García Pérez, F.F. (2000). *Un modelo didáctico alternativo para transformar la educación: el modelo de investigación en la escuela*. *Revista Scripta Nova*, 64. (Url: <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.
- Hopper, J.R. y Nielsen, J.M. (1991): Recycling as altruistic behavior. Normative and behavioral strategies to expand participation in a community recycling program. *Revista Environment & Behavior*, 23(2), 195-220.
- Latorre, A. (2007). *La investigación – acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Graó.
- Leeming, K.C., Dwyer, W.O., Porter, B.E. y Cobern, M.K. (1993): Outcome research in Environmental Education: a critical review. *Revista Journal of Environmental Education*, IV.24(4), 8-21.
- Mangas, V.J., Martínez, P. y Pedauyé, R. (1997): Analysis of environmental concepts and attitudes among Biology degree students. *Revista Journal of Environmental Education*, 29(1), 28-33.
- 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. *Revista Alambique*, 15, 67.
- Shulman, L.S. (1989). *Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea en WITTRICK, M.C.: La investigación de la enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós Educador/MEC.