

Construcción del modelo de río: paso previo a la reflexión sobre gestión fluvial

Gil Quílez, M. J. y Martínez Peña, B.

Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. quilez@unizar.es

RESUMEN

Nos planteamos si nuestros alumnos, futuros maestros, podrían responder a preguntas referentes a la gestión del río, del tipo: ¿Por qué es importante mantener el bosque de ribera?, ¿Qué problemas plantea el trasvase de agua entre cuencas?, ¿Qué consecuencias originaría el dragado del río?, ¿y encauzarlo?... La construcción de un modelo de río potente sería el paso necesario para que los alumnos puedan abordar cuestiones sobre gestión del agua como las anteriormente planteadas. Se realizó un estudio de dos ríos mediante trabajo de campo, laboratorio y aula. Los resultados muestran que los estudiantes, al final del proceso, construyen un modelo de río más elaborado que el inicial, con más elementos. Sin embargo, las interrelaciones continúan siendo lineales y no reflejan la idea de sistema, por lo que las argumentaciones no son suficientemente sólidas.

Palabras clave

Modelo de río, sistema, formación de maestros, preguntas, tópicos sobre el río.

INTRODUCCIÓN

La gestión de los ríos es un tema controvertido en nuestro país, temas como trasvases entre cuencas, construcción de embalses, desbordamientos etc. generan polémica en la sociedad, por lo que consideramos que es necesario trabajar estos temas en las aulas. Pero previamente a su discusión se debería poder responder a la pregunta: ¿Qué es un río?. Cuando hemos planteado esta pregunta a alumnos de diferentes niveles educativos la respuesta ha sido casi siempre muy similar y se puede resumir en “una corriente de agua que nace en las montañas y desemboca en el mar”. Pero un río es más que eso, es un sistema complejo cuya gestión, en la actualidad, es motivo de polémica entre regiones e incluso entre países. Nos planteamos si nuestros alumnos, futuros maestros, podrían responder a preguntas del tipo: ¿Por qué es importante mantener el bosque de ribera?, ¿Qué problemas plantea el trasvase de agua entre cuencas?, ¿Qué consecuencias originaría el dragado del río?, ¿y encauzarlo?... La construcción de un modelo de río potente sería el paso necesario para que los alumnos puedan abordar cuestiones sobre gestión del agua, como las anteriormente planteadas.

El trabajo que se presenta forma parte de una investigación más amplia en torno a la construcción del modelo de río. Para construir este modelo partimos de la convicción de que los alumnos deben trabajar in situ, es decir, tienen que ver y vivir el río. El trabajo de campo puede proporcionar oportunidades a los estudiantes para desarrollar sus conocimientos y habilidades que darán un valor añadido a sus experiencias cotidianas en

el aula. El desarrollo del trabajo consistió en realizar un estudio del río, con maestros en formación, utilizando fichas estándar para describir el estado del bosque de ribera, los organismos acuáticos y los diversos hábitats existentes en un tramo de río, comparando dos puntos diferentes de un mismo río. Lo que queremos conocer es qué modelo de río construyen los maestros en formación y si ese modelo les permite plantear y/o responder preguntas no sólo acerca de la ecología, sino también sobre gestión de los ríos.

MARCO TEÓRICO

Entendemos la idea de modelo como una representación mental de un hecho real, un fenómeno, o un objeto (Archer, Arcá y Sanmartí, 2007). Los modelos se podrían considerar como intermedios entre la capacidad de los niños de interpretar los fenómenos naturales y los múltiples aspectos de estos eventos. Aprender a construir, comparar y pulir modelos es uno de los aspectos de la indagación que facilita el aprendizaje de las ciencias. La modelización científica, no es un simple método, sino más bien un conjunto complejo de estrategias. Los modelos pueden describir fenómenos naturales, representar ideas principales de un sistema, se pueden manipular para explorar la dinámica del sistema, permiten hacer predicciones sobre eventos futuros, sugieren la necesidad de estudio empírico, y facilitan la comunicación de las ideas (Archer et al., 2007; Svoboda, y Passmore, 2011).

En este trabajo se aborda la construcción del modelo de río, considerando que los ríos son ecosistemas muy diversos, sistemas complejos (podemos hablar, por ejemplo, de carrizo-carrizal-bosque de ribera-ecosistema fluvial) que muestran propiedades emergentes no exhibidas por los elementos individuales (las funciones de cada planta no son iguales al funcionamiento del bosque de ribera). Un sistema complejo adquiere información de su entorno identificando regularidades, condensándolas en un modelo y actuando en el mundo real sobre la base de dicho modelo (Gell-Mann, 1995). Hay investigaciones que proponen una aproximación al estudio del modelo de río desde un enfoque de abajo hacia arriba, por ejemplo, partiendo del estudio de un solo organismo, seguido de la identificación de otros organismos y su adaptación a la vida en el río (Magntorny Helldén, 2007). En este trabajo la construcción del modelo de río también se lleva a cabo mediante un enfoque de abajo hacia arriba, estudiando los distintos elementos que componen el modelo de río para, a continuación, analizar sus interrelaciones.

Otros autores plantean a sus alumnos ejemplos de investigaciones de diferentes puntos de un río (Odomy Bell, 2011), o el estudio del ciclo diario de los movimientos de invertebrados acuáticos (Vaughan, Larsen, Durancey Ormerod, 2011), para trabajar con preguntas que guíen la investigación científica y ayuden a la comprensión del ecosistema fluvial por parte de los estudiantes. Pero hay que señalar que la calidad de un río, es decir el estado del ecosistema fluvial, no se define solo por los organismos presentes, sino también por el estado del bosque de ribera y la diversidad de hábitats presentes a lo largo del río.

METODOLOGÍA

Se ha trabajado con 60 alumnos del último curso de la diplomatura de Magisterio y el objetivo buscado es que construyeran un modelo complejo de río que les permitiera responder a la siguiente cuestión: *1) En caso de fuertes avenidas ¿cómo responderían las distintas zonas del río?*

Las actividades planteadas se enmarcan en la secuencia de aprendizaje de modelos adaptada de la propuesta por Schwartz et al.(2009) y quedan resumidas en la tabla 1.

Secuencia	Actividades
<i>Objeto de estudio: Dos ríos</i>	Cuestionario inicial
<i>Construcción del modelo</i>	Salida al campo; Trabajo de laboratorio
<i>Evaluación del modelo</i>	Presentaciones de los estudiantes: Respuestas a las preguntas 1, 2, 3 y 4 Propuesta de planteamiento de preguntas a niños de Primaria
<i>Contrastación del modelo frente a otras ideas</i>	Discusión sobre los clichés
<i>Utilización del modelo para predecir o explicar</i>	Respuesta a la pregunta 1

Tabla 1. Actividades realizadas por los estudiantes de acuerdo con la secuencia de aprendizaje de modelos modificada de Schwartz et al., (2009)

Se dividió a la clase en dos grandes grupos, media clase estudió un río mediterráneo en dos tramos diferentes, y la otra mitad un río de montaña, también en dos tramos distintos. Los estudiantes realizaron las distintas actividades en pequeños grupos de 2-4 miembros.

Para comenzar el trabajo y tener información sobre el punto de partida, se les planteó un cuestionario inicial: *qué es un río y cuáles son los elementos constituyentes del mismo*.

Al tratarse de futuros maestros, se les pidió que propusieran preguntas sobre el río para plantearlas a alumnos de Educación Primaria.

A continuación, los alumnos realizaron una salida al río en donde trabajaron por grupos. En el trabajo de campo, uno de los aspectos en los que se debe hacer más énfasis es en la observación ya que obtener datos fiables requiere observación especializada para garantizarla recogida de evidencias que permitan construir las explicaciones (Eberbach y Crowley, 2009). Por ello, para guiar la toma de datos, se entregó a los alumnos las fichas de observación QBR (calidad del bosque de ribera) e IHF (índice de hábitats fluvial) (Ecostrimed, 2014), además debían tomar muestras de los organismos acuáticos (macroinvertebrados). La identificación de los organismos permitía establecer la calidad de las aguas aplicando el índice biológico IBMWP (Ecostrimed, 2014).

Los datos deberían permitirles responder a las siguientes preguntas: 2) *¿Cuáles son los elementos que caracterizan el modelo de río?*, 3) *¿Qué diferencias encuentras en las distintas zonas visitadas?*, 4) *¿En qué zona hay mayor biodiversidad?*

En el laboratorio, durante cinco sesiones de una hora, los estudiantes analizaron las muestras de macroinvertebrados y organizaron los datos, para presentarlos al resto de la clase, en exposiciones de 10 minutos, con el objetivo de trabajar habilidades de comunicación y desarrollar una mayor comprensión del modelo de río.

En las presentaciones se valoró la idea de sistema que subyacía en dichas exposiciones. Se tuvo en cuenta si los alumnos hacían referencia a los siguientes aspectos: descripción de los elementos, procesos, interacción y predicción (Gell-Man, 1994, Ben Zvi Arassaf y Orion, 2010).

Finalmente, para comprobar la consistencia del modelo, se pasó a los estudiantes diversas afirmaciones (clichés o tópicos) acerca de los ríos y debían decir si estaban de acuerdo o no con las mismas y porqué. Peñas y Massip, (2011) recogen una serie de tópicos sobre el agua, a los que definen como acepciones semánticas aceptadas socialmente como válidas, debido a las inercias históricas o a los intereses de ciertos grupos de poder, pero que nada tienen que ver con la realidad científica y social. En este trabajo se han utilizado los siguientes:

- a) *Lo fundamental en el concepto de río es comprender que se trata de una corriente continua de agua, es decir, un canal que lleva agua.*
- b) *Los ríos están sucios, llenos de piedras, árboles y vegetación porque no se limpian como antes. Hay que limpiar los cauces para que circule el agua. De esa manera se evitarían las crecidas que producen inundaciones con daños catastróficos.*
- c) *Habría que cuidar más los ríos y restaurarlos, es decir, hacer parques fluviales con escolleras en las orillas, carriles bici y plantaciones de árboles.*

RESULTADOS

La primera actividad realizada por los estudiantes fue responder a la cuestión de *qué es un río y cuáles son los elementos constituyentes del mismo*. Respondieron 46 estudiantes y las respuestas se han analizado recogiendo los términos y expresiones a los que hacen referencia respecto al río y los elementos que lo forman. Las respuestas iniciales de los estudiantes muestran que solo tienen en cuenta el agua "visible", no los niveles freáticos. Las orillas o bosques de riberas se contemplan como parte del río, es decir, que piensan sólo en la dimensión longitudinal del mismo (curso alto, medio y bajo), pero no en la transversal (bosque de ribera, orilla, llanura de inundación). En la Tabla 2, columna Inicial, se recogen los elementos que los alumnos citan.

RASGOS	RASGOS DETALLADOS	Inicial	Final
Corriente continua de agua		83%	53%
Nacimiento		30%	29%
Desemboca en el mar		91%	55%
Caudal variable		69%	80%
	Rápido/lento	-	80%
	Somero profundo	-	51%
	Avenidas/inundaciones	9%	42%
Cauce		67%	60%
	Pendiente	6%	24%
	Rápidos/pozas	4%	58%
	Anchura/profundidad	-	31%
	Erosión/sedimentación	50%	40%
	Hojarasca/ramas/troncos		44%
	Sombras	-	58%

	Sustrato (cantos, gravas, arenas, limos,...)	4%	53%
Evolución en el tiempo		-	18%
Forma de relieve			
	Meandros	56%	9%
	Valles	45%	23%
	Deltas	28%	15%
Bosque de ribera		17%	78%
Organismos			
	Macroinvertebrados	6%	42%
	Peces	19%	11%
	Árboles autóctonos	15%	50%
	Arbustos	6%	44%
	Plantas acuáticas	8%	29%
Calidad de las aguas		-	71%
Aguas subterráneas		15%	42%
Construcciones humanas		30%	71%

Tabla 2. Porcentajes de los elementos de los ríos considerados por los estudiantes, antes y después de la experiencia.

Presentaciones de los estudiantes

La fichas de observación focalizan la atención en diferentes elementos del ecosistema fluvial, como por ejemplo: porcentaje de cobertura, presencia de árboles o arbustos, geomorfología de la orilla, cauce, obras humanas... etc. Así mismo los alumnos, trabajando en grupo, tuvieron que llegar a un consenso sobre los datos de las fichas de observación del trabajo de campo, por lo que es de esperar que las observaciones, tras la discusión y los acuerdos adoptados, sean más sólidas y estén más arraigadas.

Después del trabajo realizado, los estudiantes hacen referencia a más elementos del modelo inicial de río y en mayor proporción, tal como se recoge en la columna final de la tabla 2. Las respuestas a las preguntas 2 a 4 son correctas aunque no completas. Es decir en sus respuestas pueden faltar algunos elementos o rasgos de los tramos del río estudiados (Tabla 2). Hay que resaltar que en la presentación de sus trabajos no se centran tanto en la idea de un río como “corrientes de agua”, ni en la dimensión longitudinal del mismo. Incorporan matizaciones coherentes con las fichas de observación como las características del cauce, caudal, bosque de ribera, es decir la dimensión transversal del río. Así mismo hacen referencia a la diversidad de organismos, calidad de las aguas o la evolución en el tiempo (Tabla 2). Todo lo anterior es indicio de que pueden construir un modelo de río más complejo que el inicial.

En la pregunta 4, sobre el comportamiento de cada tramo ante una avenida, los estudiantes responden con generalidades: “se inundarán los campos y la carretera”, “se desbordará el río en el tramo 1, pero en el tramo 2 los efectos serán menores”. No dan una explicación de cómo intervienen los distintos elementos del río y las consecuencias que la avenida tendrían para los mismos. Es decir tienen dificultades para predecir cómo se comportara el sistema ante un fenómeno extraordinario.

Discusión de los clichés

En la tabla 3 se recoge el grado de acuerdo de los estudiantes con cada uno de los clichés antes mencionados. Los porcentajes claramente de acuerdo o claramente en

contra, son similares. Pero hay un porcentaje muy elevado de respuestas que se muestran de acuerdo con matizaciones. Es decir, no aceptan totalmente los tópicos establecidos y plantean algunas razones en contra en las que aluden a elementos que aparecen en la tabla 2, lo que supone una cierta consistencia del modelo construido frente a las ideas expresadas en los clichés. Por ejemplo, en contra del tópico b señalan que *“las piedras, árboles y vegetación forman parte del ecosistema del río. La vegetación y las piedras son refugio de organismos, las raíces permiten la infiltración de aguas y que las crecidas no sean tan fuertes...”*, sin embargo otros alumnos están de acuerdo y dicen que *“en el río limpio circulará mejor el agua pero no asegura que se evitaría las posibles inundaciones, habilitaría escolleras para controlar las crecidas”*. Parece que entienden que el río limpio es quitar ramas, árboles, no entienden que implica también el dragado del cauce.

	a	b	c
De acuerdo	23%	15%	18%
De acuerdo con matizaciones	41%	42%	64%
En contra	36%	36%	18%
No contestan	-	7%	-

Tabla 3. Resultados de las respuestas de los estudiantes sobre los clichés.

Propuesta de preguntas sobre los ríos que plantearían a los alumnos de educación primaria

Por último, las preguntas que los estudiantes proponen permiten conocer lo que ellos consideran importante sobre el modelo de río para trabajar en el aula de primaria, es decir su transposición. Se ha utilizado los criterios de Odom y Bell (2011) para agrupar las preguntas (Tabla 4).

TIPOS	%	PREGUNTAS
Declarativas	47%	¿Cuál es el río más largo del mundo, de Europa y de España? ¿Cuánto mide un río? ¿Cuáles son las diferentes partes de un río?
Descriptivas	25%	¿Qué flora y qué fauna puedes encontrar en las orillas de un río? ¿Cómo es el entorno del río?
Causales	27%	¿Por qué hay inundaciones? ¿De dónde sale el agua? ¿De qué depende la velocidad de la corriente? ¿Un canal es lo mismo que un río?

Tabla 4. Tipos de preguntas sobre los ríos que plantearían a los alumnos de primaria.

Las preguntas que plantean en mayor proporción son las declarativas y en porcentajes menores y similares aparecen las descriptivas y las causales (Tabla 4). El tema de todas las preguntas está directamente relacionado con los diferentes apartados de las fichas de observación. Los estudiantes no proponen cuestiones novedosas o creativas acerca de aspectos del río o de su gestión, como por ejemplo las planteadas al inicio de este trabajo: ¿Qué problemas plantea el trasvase de agua entre cuencas? ¿Qué consecuencias originaría el dragado de los ríos?, ¿y encauzarlo?, ¿y la construcción de un azud?, aspectos que se discutieron informalmente tanto en la excursión como en el aula, pero no estaban contemplados específicamente en las fichas de observación.

DISCUSIÓN

Las fichas permiten realizar una observación guiada que además puede cuantificarse y, por tanto, permite comparar entre los diferentes tramos y diferentes ríos. Hay que tener en cuenta que la observación es una práctica compleja, muy relacionada con el conocimiento disciplinar (no es lo mismo observar aves, que árboles o que un ecosistema determinado). Trabajar con las fichas de observación, en el campo y en el laboratorio, son estrategias de andamiaje para apoyar la observación sistemática, en la línea de la propuesta de Eberbach y Crowley (2009). Así mismo, este tipo de actividades fomenta el trabajo cooperativo, porque los estudiantes tenían que llegar a un consenso sobre los datos de las fichas de observación del trabajo campo y cooperaban en la identificación de los invertebrados en el laboratorio y en las presentaciones de los trabajos. Además, las diferentes actividades que se les proponen permiten valorar la capacidad que estos alumnos tienen para comunicar un conocimiento. Tienen que responder a unas preguntas, exponer resultados, discutir clichés y proponer cuestiones para una clase de primaria.

Los resultados muestran que los estudiantes, al final del proceso, construyen un modelo de río más elaborado que el inicial, con más elementos. Pero las interrelaciones que construyen son más lineales que en forma de red: por ejemplo relacionan los rápidos (velocidad de la corriente) con el sustrato rocoso (lecho del río con cantos rodados) y este a su vez con la mayor presencia de macroinvertebrados. Sin embargo no relacionan lo anterior con la presencia de orillas amplias con capacidad para sustentar vegetación de ribera, con el aporte de nutrientes al río por parte de esta vegetación, con la mayor oxigenación de las aguas etc., es decir no han construido la idea de sistema (Gil Quílez y Martínez Peña, 2011, 2013).

Lo anterior viene también refrendado por las preguntas que proponen, mayoritariamente declarativas y la visión de los ríos que se refleja en las explicaciones de los tópicos, en donde presentan una visión de la gestión de los ríos centrada en el ser humano.

Como se ha señalado al inicio de este trabajo el río es un sistema complejo, hay que proponer trabajos donde se aborde el estudio de diferentes sistemas ya que es una idea que subyace a lo largo de toda la enseñanza en relación con contenidos diversos: célula, cuerpo humano, sistema circulatorio, ecosistema, río, bosque, ciudad etc.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto financiado por la Dirección General de Investigación, MEC (SE-J2007-65947/EDUC). Grupo Consolidado de Investigación Aplicada “Beagle”, financiado por el Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo.

BIBLIOGRAFÍA

Archer, A., Arcá, M. y Sanmartí, N. (2007). Modelling as a teaching learning process for understanding materials: a case study in primary education. *Science Education* 91, 398-418.

Ben ZviArassaf, O. yOrion, N. (2010).System Thinking Skills at the Elementary School Level. *Journal of Research In Science Teaching*, 47, 5: 540–563.

Eberbach, C. yCrowley, K. (2009). From Everyday to Scientific Observation: How Children Learnto Observe the Biologist's World. *Review of Educational Research*, 79(1), 39-68.

ECOSTRIMED PROTOCOL: Bioassessment to Define River's Ecological Status<http://geographyfieldwork.com/ECOSTRIMED%20Protocol%20Procedure.htm>
(Consultado13-05-2014).

Gell-Mann, M. (1994). *The Quark and the Jaguar: Adventures in the Simple and the Complex*.New York: Henry Holt& Co.

Gil Quílez, M. J. y Martínez Peña, M. B. (2011)Animales extraordinarios: la construcción y uso de modelos en la Escuela Primaria. *Investigación en la Escuela*, 74: 89-100.

Gil Quílez, M. J. y Martínez Peña, M. B. (2013). Conocer lo pequeño para comprender lo grande. *Alambique*, 73.

Magntorn, O. yHelldén, G.(2007). Reading nature from a 'bottom-up' perspective.*Journal of Biological Education*,41(2), 68-75.

Odom, A. L. y Bell, C. V. (2011). Distinguishing among declarative, descriptive and causal questions to guide field investigations and student assessment. *Journal of biologicalEducation*, 45(4), 222-228

Peñas, V. y Massip, I. (2011). *Destejiendo tópicos del agua*. Bilbao: Solidaridad Internacional / Fundación Tomás y Valiente.

Schwartz,C., Reiser, B., Davis, E., Kenyon, L., Archer, A., Fortus, D., Schwartz, Y., Hugh, B. yKrajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modelling: Making scientific modelling accessible and meaningful for learners.*Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.

Svoboda, J. yPassmore, C. (2011).The Strategies of Modeling in Biology Education.*Science& Education*.DOI 10.1007/s11191-011-9425-5.

Vaughan, I., Larsen, S., Durance, I. yOrmerod, S. (2011).Student-centred experiments with stream invertebrates.*Journal of Biological Education*, 45(2), 106-111.