



## **LA GESTIÓN DEL AGUA EN UN MUNICIPIO: UNA OPORTUNIDAD PARA CONECTAR LA ESCUELA, LA CIUDAD Y EL MUNDO**

*Water management in a municipality: An opportunity to connect the school, the city and the world*

**Marta Fonolleda Riberaygua**<sup>1</sup> [marta.fonolleda@uab.cat]

*Complex Research Group (Ref.2014 SGR 543 AGAUR). Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals de la Facultat de Ciències de l'Educació  
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)  
Ed. G, Campus de la UAB, Cerdanyola el Vallès, Barcelona, Espanya*

**Tárcio Minto Fabrício** [tarciofabricio@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE)  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)  
Rod. Washington Luís, Km 235, São Carlos, São Paulo, Brasil*

**Denise de Freitas**<sup>2</sup> [dfreitas@ufscar.br]

*Departamento de Metodologia de Ensino (DME)  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)  
Rod. Washington Luís, Km 235, São Carlos, São Paulo, Brasil*

### **Resumen**

Abordar en la escuela cuestiones socioambientales como el uso y la gestión del agua en una ciudad supone el reto para los docentes de situarse y operar con fenómenos complejos en entornos también complejos. En este contexto parece significativo apostar por nuevas formas de acercarse al entorno que prioricen las conexiones entre fenómenos, entre espacios y entre niveles escalares, para capacitar a los ciudadanos no sólo para interpretar y representar el mundo, sino también para actuar y aprender en él. Por un lado, integrar la dimensión escalar en la forma de interpretar y representar el mundo, articulando los fenómenos cotidianos con perspectivas locales y globales. Por el otro, conectar la enseñanza aprendizaje con la diversidad de espacios de la ciudad para aprovechar las oportunidades educativas que ofrecen. Desde este planteamiento se presenta una investigación cualitativa que explora la dimensión escalar de un grupo de profesores en formación para identificar los desafíos de una formación de profesorado que considere las competencias que posibilitan conectar la escuela con la ciudad, con las personas y con el mundo.

**Palabras Clave:** Educación Ambiental; Complejidad; Formación inicial de profesorado; Ciudad educadora; Agua.

### **Abstract**

Leading with socioenvironmental issues in the school, as the use and management of water in a city, requires stand and operate with complex phenomena in complex environments also. In this context it seems important to search for new ways of approaching the environment based on the connections between events, between spaces and between scalar levels; to enable citizens not only to interpret and represent the world, but also to act on it and learn. Integrate the scalar dimension in the form of interpreting and representing the world, allows the connection between everyday phenomena and local and global perspectives. Moreover, allows the connection between the school and diverse areas of the city to take advantage of educational opportunities offered. From this perspective, a qualitative study exploring the scalar dimension of a group of trainee teachers is developed. This research seeks to identify the challenges of training teachers to consider the competencies that enable connecting the school with the city, with people and with the world.

**Keywords:** Environmental Education; Complexity; Teaching and Training; Water.

<sup>1</sup> Desarrollado en el marco del programa CAPES/PNPD/UFSCar

<sup>2</sup> Con apoyo parcial del CNPq

## **EL USO Y GESTIÓN DEL AGUA: UN CONTEXTO DE CRISIS SOCIOAMBIENTAL**

En los últimos años en Brasil, el uso y la gestión del agua se han configurado como una problemática de gran relevancia social y política. La falta de lluvia, juntamente con una gestión poco eficiente y la falta de consciencia ambiental, han desencadenado lo que se considera una de las crisis hídricas más importantes en el estado de Sao Paulo, con verdaderos problemas de abastecimiento de la población y graves amenazas para la salud, la economía y el medio ambiente. Este no es un tema exclusivo de Brasil, sino que se habla de una verdadera crisis del agua a nivel mundial (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2003).

Las cuestiones socioambientales, como el uso y la gestión del agua, apelan a los retos de la gestión, ordenación y aprovechamiento del medio, así como a los impactos que las actividades humanas producen sobre el medio (Corraliza, 2001). Nos remiten a cuestionarnos la forma de articular el desarrollo de las sociedades con el entorno, y requieren análisis multidimensionales, que integren los componentes naturales con las cuestiones socioeconómicas y culturales.

En zonas urbanas, la disponibilidad de agua potable en las viviendas depende de un proceso formado por tres grandes etapas: la captación y posible tratamiento previo; la distribución y consumo; y el retorno al medio con tratamiento de depuración de aguas residuales. Si bien a lo largo de la historia las sociedades siempre se han relacionado con el medio para obtener recursos naturales, esta relación ha ido evolucionando en paralelo al desarrollo tecnológico y social. Con la industrialización, la técnica ha pasado a ser un vector importante en la mediación de las relaciones sociedad-medio en regiones industrializadas, produciendo cambios bruscos en las dinámicas de intercambio de materia y energía (Terradas, 2006).

Una mirada histórica a la gestión del agua en zonas urbanas nos muestra un patrón que se repite tanto en los países desarrollados como en los que están en desarrollo, pero con asimetrías temporales (Tucci et al., 2000). El crecimiento económico aumenta el desarrollo de sistemas de abastecimiento de agua y la construcción de obras hidráulicas principalmente relacionadas con la generación de energía. Este proceso, a finales del SXX generó las primeras alertas ambientales derivadas de la presión sobre el medio, incentivando la regulación respecto a la captación y el control de desechos. En Brasil en la década de los 80 se aprobó la legislación ambiental que regulaba los criterios para el control de sistemas hídricos e hidroeléctricos. En este período, sobre todo en países desarrollados, empieza a conectarse los problemas locales de contaminación y gestión de recursos hídricos, con los efectos a escala mundial. Sobre la década de los 90 se generaliza la idea del desarrollo sostenible, que busca un equilibrio entre la inversión en el crecimiento del país y la conservación del medio ambiente. El final del S.XX está marcado por la idea de límite y se incentiva la búsqueda de una mayor eficiencia en la gestión de los hídricos. El agua se convierte en un tema que suscita gran preocupación en la planificación de los espacios urbanos modernos. Los principales desafíos que presenta Brasil en este sentido son la consolidación institucional de la gestión del agua, el control de los recursos en grandes metrópolis, la conservación del medio, el uso y control de la tierra rural y el impacto de la contaminación (Tucci et al., 2000).

Este escenario muestra una interacción continua entre distintas locales y la globalidad del planeta. Acciones en territorios concretos provocan cambios en los flujos de materia y energía que alteran el sistema climático, las tasas de regeneración y la capacidad de carga de los recursos (Worldwatch Institute, 2008). Es desde la incertidumbre que se asocia a estas alteraciones y desde la amenaza que suponen para la viabilidad de las sociedades y el medio, que emerge la crisis socioambiental como uno de los retos más importantes en la actualidad (Mayor Zaragoza, 2009) y la gestión del agua como uno de los tópicos más relevantes (Tucci et al., 2000).

Según diversos autores, la crisis socioambiental está ubicada en una crisis global que puede ser analizada como un emergente del diálogo entre diferentes crisis interrelacionadas: crisis de valores y acción, de estatus del conocimiento, entre otras (Morin, 2011; Pigem, 2009). Constituye un escenario con ciertas dificultades no solo para interpretar sino también para actuar e intervenir en el entorno. Las relaciones entre ciudadanos y entorno natural se ven mediadas por procesos tecnológicos, sociales o económicos cada vez más intrincados y laberínticos (Meira, 2000) que desencadenan asimetrías espaciales y temporales entre acciones y hechos del mundo. Cada vez es más difícil digerir, asimilar, incorporar, hacer propias las experiencias vividas, y conectarlas con los hechos del mundo, ya que estos se sitúan muy lejos de las escalas en las cuales transita y vive la experiencia humana (Elizalde, 2009). Por otro lado, la incertidumbre y el cambio constante provocan que las acciones quedan desorientadas de lógica causal y de la perspectiva a largo término (Bauman & Sampere, 2007).

Delante de este escenario, se propone una reescritura de los modelos de educación, de sociedad y

de vida en general, mediante procesos creativos y de transformación que permitan encontrar nuevas vías de oportunidades (Morin, 2011). Parece significativo apostar por nuevas formas de acercarse al entorno que prioricen las conexiones y las redes, y que capaciten para interpretar, intervenir y actuar en entornos complejos e inciertos. Orientar la construcción de visiones del mundo que asuman la interrelación entre sociedades y medio desde un punto de vista no reduccionista. Toma relevancia un ideal de ciudadanía en el que ya no sólo se aspira a formar personas “perfectas”, “bien formadas” o “críticas”, sino que emerge la necesidad de capacitar ciudadanos “creativos”, que tengan capacidad de aprender en red para abordar nuevas situaciones y gestionar la incertidumbre (Innerarity, 2010). Supone avanzar hacia sociedades del conocimiento (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2005) donde la producción, valoración y revisión de conocimientos no está vinculada solamente a las instituciones educativas ni se limita a la formación inicial, sino que toman relevancia diversidad de espacios híbridos de reflexión y acción en un aprendizaje para toda la vida. El espacio urbano desde esta perspectiva se entiende como un *learnscape*, es decir un entorno de aprendizaje comunitario, que ayuda a construir territorios inteligentes (Innerarity, 2010).

Es desde esta perspectiva que se ha desarrollado la investigación que se presenta. Pretende acercarse a las visiones del mundo de un grupo de profesores en formación desde la perspectiva de la complejidad. Para hacerlo, se parte del uso y la gestión del agua en la ciudad de Sao Carlos (Sao Paulo, Brasil). Este se considera un fenómeno socioambiental cotidiano y significativo en este contexto, que constituye una oportunidad para reflexionar sobre la forma de relacionar sociedades con el medio ambiente.

## **LA EDUCACIÓN AMBIENTAL DESDE LA COMPLEJIDAD: UN MARCO DE OPORTUNIDADES**

La educación ambiental apareció como una oportunidad delante de la crisis socioambiental y de conocimiento durante la década de los 70. Su motivación fue la necesidad de un cambio de mirada por lo que respecta a la comprensión intelectual del mundo, de los valores, de los aspectos afectivos y a la construcción del conocimiento (Novo, 2009). Conceptualmente, la educación ambiental focalizó en la relación entre los individuos, las sociedades y el medio; ocupándose de la esfera de relaciones entre personas y su medio de vida, que por definición es comunitario e integrador. Por esta razón, se considera una dimensión fundamental de la educación de los ciudadanos (Sauvé, 2002).

La investigación que se presenta asume que la educación en general y la educación ambiental (Bonil et al., 2010) en particular, pueden y deben capacitar a la ciudadanía para abordar los retos del contexto actual, como el uso y la gestión del agua descrito anteriormente. Esto supone proponer nuevas ideas y reorganizar las existentes, tomando opciones respecto a *qué, cómo y dónde* enseñar y aprender (Pujol & Bonil, 2011). Diversos autores coinciden en que el marco de la complejidad es una plataforma rigurosa, abierta y dinámica que puede orientar este camino en la educación del siglo XXI, con la finalidad última de capacitar ciudadanos para abordar el contexto actual de crisis y transformarlo en oportunidad (Bonil et al., 2010). La perspectiva de la complejidad propone un cambio en las formas de concebir el mundo y por tanto en los procedimientos para entenderlo (García, 2004). Se presenta como alternativa al paradigma simplificador (Morin, 2011); entendiendo el paradigma simplificador desde la concepción atomizadora del saber (Motta, 2002), simplificadora de los problemas y fenómenos (Morin, 2001) y dicotómica entre lo científica y lo político, lo racional y lo ideológico (García, 2004).

Los principios de la complejidad aportan un cuerpo teórico y metodológico para reforzar la dimensión temporal, la dimensión escalar y la dimensión de la acción en los procesos educativos (Fonolleda, 2013). En la investigación que se presenta focalizamos en la dimensión escalar. Reforzar esta dimensión en la interpretación y representación de los fenómenos del mundo desde el marco de la complejidad supone desarrollar aproximaciones que permitan abordar y operar en diversidad de niveles escalares (Wilensky & Resnick, 1999); para entender las cuestiones socioambientales desde las interacciones entre las actividades humanas y los ecosistemas. Este reto no es nuevo para la educación. Tradicionalmente, la educación ambiental ha puesto énfasis en fomentar una interpretación escalar de las cuestiones socioambientales (Tilbury, 2011), pero la tendencia general ha sido basarse en planteamientos dicotómicos local-global. Este planteamiento ha tomado mucha fuerza porque ha permitido comunicar fácilmente la idea de globalidad ambiental, pero ha sido acusado de estar vacío de contenido por su ambigüedad, de esconder una falta de rigor conceptual por su simplificación y de construir los imaginarios locales y globales desde una tendencia occidentalista (Gough, 2002).

La complejidad ofrece un marco para entender los fenómenos como sistemas, es decir, como redes multidimensionales de interacciones dinámicas y abiertas. Esta perspectiva enriquece el análisis de los fenómenos aportando nuevos puntos de vista. Considerar que el nivel de referencia respecto el que

percibimos los fenómenos es un nivel *meso*, abre las puertas a imaginar otros niveles inferiores (*micro*) y superiores (*macro*) que no percibimos a simple vista pero que nos aportan nueva información para la comprensión de los fenómenos. La observación a nivel meso plantea preguntas alrededor de las regularidades observables y percibirles, las cuales llevan a explorar los mecanismos a un nivel micro y las limitaciones del fenómeno a un nivel macro (Pickett, 1994). Sólo a partir de la articulación escalar se pueden entender mecanismos como la causalidad múltiple, la recursividad o las emergencias; y aceptar una componente de azar e indeterminación por la incapacidad de conocer todas las variables en juego (Wilensky & Resnick, 1999). Por otro lado, reforzar la dimensión escalar en el contexto urbano abre nuevas perspectivas para entender la relación entre escuela y ciudad, aproximándose al concepto de ciudad educadora. Partiendo que los agentes educativos son múltiples y variados en las sociedades y comunidades, la educación no queda limitada a pocas instituciones educativas, sino que emerge una corresponsabilidad educativa en un entorno comunitario.

La posibilidad de vinculación entre lo no formal y las prácticas educativas formales, o incluso informal, presente en la ciudad, puede ofrecer una oportunidad excepcional para la capacitación de una ciudadanía activa y comprometida (Fabrício, 2016). No se trata de considerar la ciudad como un espacio donde museos, edificios históricos y centros culturales, etc, son meros recursos, como alerta Almeida (2008). Por el contrario, se propone que los distintos agentes, espacios públicos, instituciones educativas, medios de comunicación y asociaciones, etc, empiecen a reconocerse no sólo como lugares de educación y el aprendizaje, sino como constructores de un proyecto educativo conjunto.

Tal concepción de la educación, sin embargo, debe tener en cuenta los tres niveles propuestos por Trilla (1993): la ciudad como medio educativo - aprendizaje en la ciudad; la ciudad como agente educativo - aprender de la ciudad; y la ciudad como los contenidos educativos - aprendizaje de la ciudad. Este enfoque se refiere al hecho de que la educación ciudadana se implementa en las reflexiones, las articulaciones y las colisiones que ocurren a nivel local y, por tanto, aprender y reflexionar sobre el territorio intensifica la circulación del conocimiento y la interacción entre los diferentes saberes.

A la luz del marco expuesto, en la investigación que se presenta nos parece significativo acercarnos a la dimensión escalar de un grupo de profesores en formación; para determinar cómo relacionan lo local y lo global en las cuestiones socioambientales. Para ello se analizan dos perspectivas:

- Las relaciones entre personas, ciudad y mundo en la interpretación del uso y la gestión del agua en Sao Carlos.
- Las relaciones entre la escuela y el espacio urbano para aprovechar las oportunidades educativas que ofrece la ciudad

## **¿CÓMO MIRAMOS EL USO Y GESTIÓN DEL AGUA EN LA CIUDAD? DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación presentada corresponde a un estudio de caso desarrollado con alumnos del curso de Licenciatura en Ciencias Biológicas de una universidad pública de estado de São Paulo (Brasil); y en concreto en la disciplina titulada: Prática e Pesquisa em Ensino de Ciências Biológicas III (PPECB-III), ofrecida en el segundo semestre de 2014. En total, la muestra es de 19 alumnos. Constituye un estudio de caso instrumental (Stake, 1995) ya que la intención no es tanto profundizar en las peculiaridades del caso concreto sino que éste contribuya al estudio de los procesos de formación de profesorado (Fonolleda et al., 2014).

La PPECB-III forma parte una secuencia de disciplinas que tienen como objetivo promover, de forma procesual, la articulación entre las prácticas de enseñanza – como por ejemplo: la elaboración y aplicación de instrumentos de evaluación diagnóstica, planeamiento y desarrollo de aulas, elaboración y aplicación de instrumentos de evaluación del aprendizaje – y con la investigación sobre las propias prácticas y temáticas abordadas por los alumnos (Universidade Federal de São Carlos, 2004).

La finalidad que ha orientado el proceso de investigación que se presenta es: Explorar la dimensión escalar de un grupo de profesores en formación en relación al uso y la gestión del agua en Sao Carlos; para orientar una formación del profesorado que capacite para abordar la complejidad de los fenómenos socioambientales actuales. Para avanzar en esta finalidad, se plantean preguntas de investigación siguientes:

- ¿Cuál es la percepción del grupo de profesores en formación respecto la conexión entre la ciudad, el

mundo y las personas?

- ¿Cuál es la percepción del grupo de profesores en formación respecto la conexión entre la escuela y la ciudad?
- Qué perfiles se identifican? ¿Qué desafíos se subrayan para la formación de profesorado?

### Obtención de datos

La obtención de datos se ha vinculado a proceso formativo dentro de la PPECB que se ha titulado: “La gestión del agua en Sao Carlos, ¿una oportunidad educativa?”. Ha constado de 3 sesiones de 2h cada una, y ha tenido como objetivos:

- construir un espacio de reflexión sobre los fenómenos socio ambientales y los retos de la educación ambiental en el SXXI
- compartir herramientas educativas y prácticas educativas que incorporan los principios de la complejidad
- recoger datos para explorar la percepción escalar de los maestros en formación respecto al fenómeno de la gestión del agua en Sao Carlos

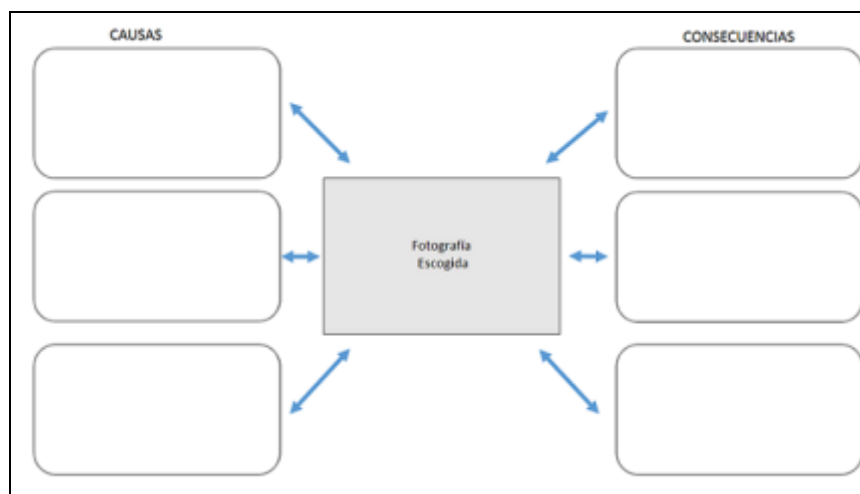
La recogida de datos se situó en la primera de las 3 sesiones realizadas, para tener un carácter exploratorio a vez que orientador de las siguientes sesiones. Para iniciar la sesión, se presentaron diversidad de fotografías relacionadas con el fenómeno del uso y la gestión del agua en Sao Carlos. Cada fotografía remitía a un espacio de la ciudad relacionado con las etapas del ciclo integral del agua: obtención de recurso, captación y tratamiento, distribución, uso y consumo, recogida y depuración, retorno al medio. Las fotografías utilizadas y su relación con el ciclo integral del agua se presentan en la Figura 1.



**FIGURA 1** - Fotografías utilizadas durante la obtención de datos.

El instrumento utilizado para obtener los datos fueron los cuestionarios individuales de preguntas abiertas (véase la Figura 2). Para responderlos, cada alumno tenía que escoger una de las fotografías anteriores e interpretarla desde una visión dinámica concretando:

- las causas, es decir, aquello que, según el alumnado, pudo desencadenar la situación de la fotografía
- las consecuencias, es decir, aquello que creen que sucedería posteriormente



**FIGURA 2** - Cuestionarios utilizados para obtener los datos

Los cuestionarios, además de utilizarse para obtener datos para un proceso de investigación, sirvieron de plataforma para iniciar un debate alrededor de la complejidad de los fenómenos socioambientales y las oportunidades educativas de la Ciudad de Sao Carlos, y orientar las siguientes sesiones formativas.

### **Análisis de datos**

El análisis de datos ha sido de tipo cualitativo y se ha realizado mediante un proceso sistemático en 3 etapas consecutivas.

En la etapa 1 se ha analizado de forma inductiva el contenido de los cuestionarios para identificar los niveles escalares presentes en las respuestas. Para concretar estos niveles se ha partido de los niveles utilizados en la investigación: *exploración de los modelos explicativos sobre movilidad desde la perspectiva de la complejidad* (Fonolleda et al., 2013), que diferenciaba entre: el nivel meso (correspondiente a la ciudad de Sao Carlos), el nivel macro (correspondiente al mundo) y el nivel micro (correspondiente a las personas). A este planteamiento se le ha incorporado la perspectiva de la ciudad educadora como mosaico de oportunidades educativas. Para ello se ha concretado dos subniveles escalares: el nivel meso-1 (correspondiente a espacios concretos dentro de la ciudad) y el meso-2 (correspondiente a una visión general de la ciudad).

En la etapa 2 del análisis se ha construido una representación del modelo explicativo de cada alumno mediante una adaptación de los mapas de Thagard (1992) creada por Fonolleda (2013), que representa gráficamente los contenidos citados en cada nivel escalar (meso, micro y macro) y sus relaciones. A esta representación se le ha incorporado la representación de los espacios concretos dentro de la ciudad (meso-1) mediante círculos con límites abiertos, situados dentro del nivel meso.

En la etapa 3 del análisis se identificaron patrones en los resultados anteriores mediante correspondencias múltiples. Este análisis ha permitido trazar perfiles de alumnos según la articulación de los niveles escalares.

### **EL USO Y LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA CIUDAD: UNA VISIÓN ESCALAR**

Los datos obtenidos en la etapa 1 del análisis han permitido identificar y concretizar los niveles escalares significativos en el uso y la gestión del agua en la ciudad.

El nivel *meso* equivale al nivel de referencia del fenómeno de estudio. En nuestro caso se ha definido como la Ciudad de Sao Carlos como una totalidad geográfica, administrativa, social, etc. Es el nivel donde se identifican las generalizaciones del fenómeno de estudio, es decir, los patrones que explican la obtención, captación y tratamiento, distribución, uso y consumo, recogida y depuración, retorno del agua.

Dentro de este nivel, el subnivel meso-1 corresponde a espacios concretos de la ciudad, que podrían ser aprovechados como oportunidades educativas para los docentes de las escuelas. En las respuestas del alumnado se han identificado 9 espacios: la UFSCar, la estación de tratamiento y alcantarillado SAAE; las fuentes de agua potable; el lecho del río; las calles; los barrios; los ríos; los lagos; las casas, tiendas o inmuebles.

En el subnivel meso-2 se han identificado respuestas relacionadas con aspectos como: administración y planificación de la ciudad (por ejemplo: *má administração; falta de planejamento civil e ambiental...*), el urbanismo (*Crescimento urbano*), la regulación (*Falta de fiscalização e manutenção da prefeitura e do SAAE; Falta de regulação do uso d'água;...*), la infraestructura relacionada con el agua (*Instalações hidráulicas desgastadas/antigas; não há reparo da tubulação por parte da prefeitura...*), aspectos relacionados con la movilidad (*vibrações causadas pela movimentação de veículos; as vezes leva ao bloqueio de rua para manutenção gerando engarrafamentos*); la agricultura a nivel local (*má manipulação desses alimentos; Irrigação para agricultura;...*), la polución a nivel local (*presença de substâncias no solo (poluição); poluição das fontes de água potável...*); afectaciones para la flora y la fauna (*Mortandade da fauna e da flora; morada de animais transmissoes de doenças ex: pombos...*); o la salud (*falta de higienização, no geral*).

El nivel *Macro* equivale al nivel escalar superior al meso. Hace referencia a todo lo que supera la Ciudad de Sao Carlos, tanto a nivel geográfico, administrativo como social. Se le ha llamado Mundo. Se incluyen aspectos como: aspectos relacionados con la macro economía (*mercantilização;*), la energía (*Demanda energética*), el clima o la meteorología (*Seca que já dura muito tempo e vai continuar (sem previsão de chuva); mudanças climáticas no planeta*); conflictos mundiales (*falta de água será motivo de guerra entre a sociedade; morte da população mundial.*); la disponibilidad de agua (*Nascentes e fontes são muitas vezes encarrafadas até secarem; devido ao racionamento ocorrente nas reservas/represas*); contaminación a nivel global (*é produzido plástico (processo que envolve água e produtos químicos) para engarrafar a água que depois é jogado fora*). La agricultura se ha considerado también un aspecto *Macro* en el contexto de estudio ya que es una cuestión que ultrapasa la ciudad de Sao Carlos (por ejemplo, *Excesso de agrotóxicos; Alto custo em hortaliças e vegetais*).

El nivel *Micro* equivale al nivel escalar inferior al nivel meso. Hace referencia a personas o colectivos sin hablar de organización social, política, administrativa, etc. Se incluyen aspectos como: disponibilidad de agua (por ejemplo: *Falta de água potável para as necessidades básicas da população; Alguns com água outros sem;*), salud (*aumento de casos de doenças; criadouro de microorganismos patogénicos*); la economía personal (*gastos futuros para ter água potável em casa; aumento na conta de água*); usos domésticos del agua (*Uso desregrado da água/desperdício; banhos mais rápidos, economia de água*); formación (*falta de pessoas especializadas para buscar uma solução ou punir responsáveis*); consciencia (*falta de consciência; conscientização das crianças (bolo de neve, ao final todos lutarão pela água)*); aspectos sensoriales (*mal cheiro*).

Para integrar los resultados anteriores y tener una perspectiva gráfica de la articulación escalar se ha partido de la metodología utilizada en Fonolleda (2013) para representar los modelos explicativos desde el punto de vista de la complejidad. A pesar de que esta metodología integra una visión temporal, escalar y de la acción, en el caso de la investigación que se presenta se ha focalizado solamente en la visión escalar.

De acuerdo con esta metodología, se ha construido un mapa conceptual para cada alumno. En él se han representado gráficamente: los niveles escalares meso, macro y micro; el nivel meso-1 (los espacios de la ciudad); el fenómeno de partida; y las causas y consecuencias citadas por el alumno en el nivel escalar correspondiente; y las relaciones entre ellas. En las figuras 3, 4 y 5 pueden verse ejemplos de las representaciones obtenidas.

El análisis de correspondencias múltiples entre los datos anteriores ha permitido obtener 3 perfiles y 2 subperfiles de profesores según la presencia de la dimensión escalar en sus respuestas (ver cuadro 1). Estos se sitúan en un gradiente que va de una dimensión escalar más débil a una dimensión escalar más fuerte en un doble eje: las articulaciones entre personas, ciudad y mundo y las articulaciones entre espacios de la ciudad.

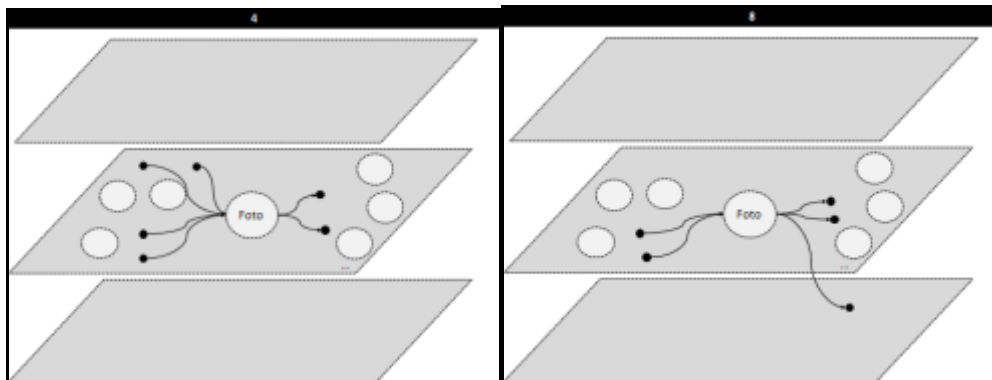
Dentro del caso estudiado, la mayoría de profesores se sitúan en los extremos: en el perfil A (considerado con la dimensión escalar más débil en global) y en el perfil C (dimensión escalar más fuerte). Y el perfil menos abundante es el B.2.



**CUADRO 1** - Perfiles de alumnos según la dimensión escalar (los números entre paréntesis corresponden a cada alumno)

|                                       |   | Articulación entre personas-ciudad-mundo                             |  |
|---------------------------------------|---|--|--|
|                                       |   | Débil<br>(no articulan los 3 niveles escalares: micro, meso y macro) | Fuerte<br>(articulan 3 niveles escalares: micro, meso y macro) |
| Articulación de espacios de la ciudad | + | Débil<br>(no articulan los niveles meso-1 y meso-2)                  | Perfil A<br>(1;2;4;8;10;14;18)                                 |
|                                       | - | Fuerte<br>(articulan los niveles meso-1 y meso-2)                    | Perfil B.2<br>(5;6;12;16)                                      |
|                                       |   |  | Perfil B.1<br>(3;17)   |
|                                       |   |  | Perfil C<br>(7;9;11;13;15;19)                                  |

Los alumnos del **perfil A** son aquellos que en sus respuestas muestran una dimensión escalar más débil tanto por lo que respecta a persona-ciudad-mundo como a los espacios de la ciudad. Por un lado, no articulan los niveles escalares micro-meso-macro, es decir, no conectan el fenómeno de estudio con las personas o con el mundo. Por otro lado, no articulan los subniveles meso-1 y meso-2, es decir, tienen una visión de la ciudad que se aleja del mosaico de espacios que pueden ser oportunidades educativas. Se han identificado 7 alumnos en este perfil. En la FIGURA 3 se puede ver como ejemplo la representación de los modelos explicativos de dos alumnos de este perfil.



**FIGURA 3** - Alumnos del perfil 1.1

Los alumnos del **perfil B** son aquellos que en sus respuestas muestran una dimensión escalar mediana. Se diferencian 2 subperfiles:

- el subperfil B.1 muestra una articulación entre niveles escalares micro-meso-macro fuerte pero una articulación entre espacios de la ciudad débil. Es decir, conectan el fenómeno de estudio con las personas y con el mundo, pero no con espacios concretos de la ciudad. Se han identificado 2 alumnos en este perfil (véase FIGURA 4).



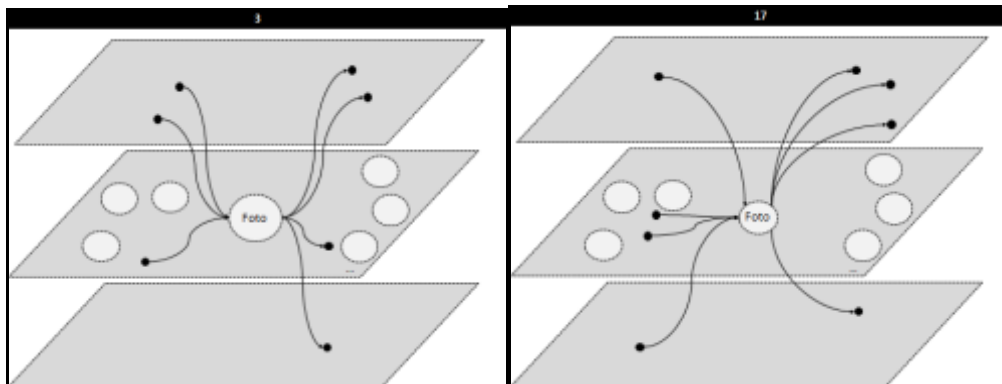


FIGURA 4 - Alumnos del perfil 1.2

- el subperfil B.2 muestra una articulación entre niveles escalares micro-meso-macro débil pero una articulación entre espacios de la ciudad fuerte. Es decir, no conectan el fenómeno de estudio con las personas o con el mundo, pero sí con espacios concretos de la ciudad. Se han identificado 4 alumnos en este perfil (véase FIGURA 5).

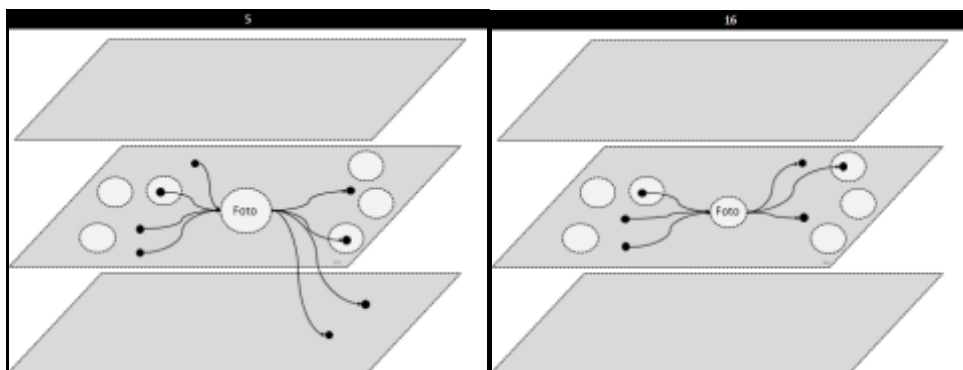


FIGURA 5 - Alumnos del perfil 2.1

Los alumnos del **perfil C** son aquellos que en sus respuestas muestran una dimensión escalar más fuerte tanto por lo que respecta a persona-ciudad-mundo como a los espacios de la ciudad. Por un lado articulan los niveles escalares micro-meso-macro, es decir que conectan el fenómeno de estudio con las personas y con el mundo. Por otro lado, también articulan los subniveles meso-1 y meso-2, es decir que tienen una visión de la ciudad cercana al mosaico de espacios que pueden ser oportunidades educativas. Se han identificado 6 alumnos en este perfil (véase FIGURA 6).

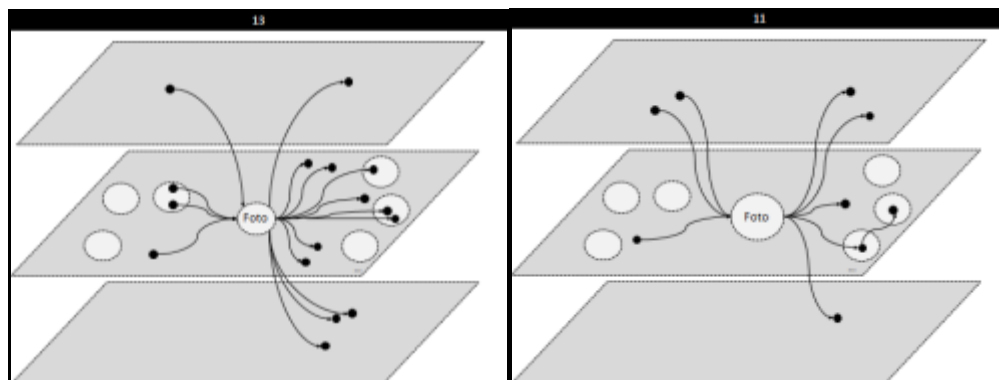


FIGURA 6 - Alumnos del perfil 2.2

## REFLEXIONES FINALES

Abordar en la escuela cuestiones socioambientales como el uso y la gestión del agua en una ciudad supone el reto para los docentes de situarse y operar con fenómenos complejos en entornos también complejos. En esta investigación, reforzar la dimensión escalar parece una condición indispensable no sólo para interpretar y representar el mundo, sino también para actuar y aprender en él.

En el caso de estudio analizado, los profesores en formación responden a diferentes perfiles según su dimensión escalar. Los perfiles mayoritarios se sitúan en los extremos, es decir, corresponden con la dimensión escalar más débil (perfil A) y con la más fuerte (perfil C). Se observa pues una relación entre ambas articulaciones escalares: los profesores que tienden a presentar el uso y la gestión del agua desde la conexión entre personas, ciudad y mundo también tienden a conectar espacios de la ciudad, ya que tienen asumida la dimensión escalar en su interpretación y actuación en el contexto.

Es interesante notar que los alumnos con la dimensión escalar más fuerte (perfil C) presentan una mirada más profunda sobre el fenómeno del uso y la gestión del agua en Sao Carlos, aportando relaciones escalares fuertemente ligada a los espacios de la ciudad. Esta mirada se aproxima a una concepción hologramática del fenómeno, en la que se relaciona la totalidad con cada una de las partes.

Con los resultados obtenidos, parece significativo diferenciar entre dos procesos de formación según los perfiles, y basados en los espacios de significatividad donde puede apoyarse en aprendizaje. Los alumnos del perfil B.2 y C muestran una articulación con los espacios de la ciudad débil; seguramente por desconocimiento, porque no son de allí o porque su cotidianidad no transita en estos espacios. En estos casos, parece significativo partir del fenómeno del uso y la gestión del agua en general y reforzar su articulación con el mundo y las personas. Este punto de partida permitirá abordar después el fenómeno dentro de la ciudad, y conectarlo con diversidad de espacios.

En cambio, los alumnos del perfil A y B.1 muestran unas características diferentes que sugieren otras estrategias. Estos alumnos parecen más familiarizados con los diferentes espacios de la ciudad y los conectan con los fenómenos. Parece significativo para ellos partir de la contextualización dentro de la ciudad, reforzar en primer lugar la articulación de los diferentes espacios y consolidar la visión de la ciudad como un mosaico de oportunidades educativas. Este puede ser un buen punto de partida para luego abrir la ciudad y conectar el fenómeno con el mundo y con las personas.

Asumir el reto de fomentar la dimensión escalar en los procesos de enseñanza aprendizaje requiere tomar opciones sobre cómo enfocar la formación de profesorado. Se hace necesario hacer evolucionar los modelos explicativos del profesorado en formación para que incorporen una dimensión escalar más fuerte, con la doble intención de: fomentar la integración de diversidad de espacios de la ciudad como oportunidades educativas; y construir visiones del mundo fundamentadas en la interrelación entre sociedades y medio desde un punto de vista no reduccionista.

## REFERENCIAS

- Almeida, A. J. (2008). A cidade e a educação. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46, 1-11, 2008.
- Bauman, Z., & Sampere, J. (2007). *Els reptes de l'educació en la modernitat líquida*. Barcelona: Arcàdia
- Bonil, J., Junyent, M., & Pujol, R. M. (2010). Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Revista Eureka*, 7, 198-215. [DOI:10.10498/8933](https://doi.org/10.10498/8933)
- Bonil, J., & Pujol, R. M. (2011). Educación científica a propósito de la palabra crisis. *Enseñanza de Las Ciencias*, 29(2), 251-262. [DOI:10.5565/rev/ec/v29n2.427](https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n2.427)
- Corraliza, J. A. (2001). El comportamineto humano y los problemas ambientales. *Estudios de Psicología*, 22(1), 3-9. [DOI:10.1174/021093901609541](https://doi.org/10.1174/021093901609541)
- Elizalde, A. (2009). ¿Qué desarrollo puede llamarse sostenible en el siglo XXI? La cuestión de los límites y las necesidades humanas. *Revista de Educación*, Número Extra, 53-75.
- Fabrício, T. M. (2016). *A cidade educadora e o enfoque CTS: articulações possíveis a partir dos professores de ciências em formação (SP)*. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos. Recuperado de: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8602>
- Fonolleda, M. (2013). *Exploració dels models explicatius sobre mobilitat des de la perspectiva de la complexitat. El cas d'un grup d'alumnes d'Andorra*. Tese de doutorado. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona. Recuperado de: <http://www.tesisenred.net/handle/10803/98353>
- Fonolleda, M., Pujol, R.M., & Bonil, J. (2013). Exploración de los modelos explicativos sobre movilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra, 1301-1305
- Fonolleda, M., Fabrício, T. M., & Freitas, D. (2014). La escuela y la ciudad en conexión: un análisis de la perspectiva escalar con profesores en formación. *Interacções*, 10(31), 198-218.
- García, E. (2004). *Educación ambiental, constructivismo y complejidad*. Sevilla: Díada Editores, S. L.
- Gough, N. (2002). Thinking/acting locally/globally: Western science and environmental education in a global knowledge economy. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1217-1237. [DOI:10.1080/09500690210136620](https://doi.org/10.1080/09500690210136620)
- Innerarity, D. (2010). Incertesa i creativitat. Educar per a la societat del coneixement. *Debats d'Educació*, Barcelona, 18, 1-4.
- Mayor Zaragoza, F. (2009). La problemática de la sostenibilidad en un mundo globalizado. *Revista de Educación*, Número Extra, 25-52.
- Meira, P. (2000). La educación ambiental en el escenario de la globalización. *Reunión Internacional De Expertos En Educación Ambiental: Nuevas Propuestas Para La Acción*, Santiago de Compostela, p. 99-124
- Morin, E. (2011). *La voie. Pour l'avenir de l'humanité*. França: Fayard.
- Motta, R. (2002). Complejidad, educación y transdisciplinariedad. *Revista De La Universidad Bolivariana*, 1(3), 1-21.
- Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, Número Extra, 195-217.
- Pickett, S., Kolasa, J., & Jones, C. (2011). *Ecological understanding*. London: San Diego, Academic Press.
- Pigem, J. (2009). *Bona crisi: Cap a un món postmaterialista*. Barcelona: Ara llibres.
- Sauvé, L. (2002). L'éducation relative à l'environnement: possibilités et contraintes. *Connexion, La revue d'éducation scientifique, technologique et environnementale*, 27(1-2), 1-4.

- Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks: Sage.
- Terradas, J. (2006). *Biografia del món: De l'origen de la vida al col·lapse ecològic*. Barcelona: Destino.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual revolution*. Princeton: Princeton University.
- Tilbury, D. (2011). *Education for sustainable development. an expert review of process and learning*. Paris: UNESCO.
- Trilla, J. (1993). *Otras Educaciones. Animación Sociocultural, Formación de adultos y Ciudad Educativa*. Barcelona: Editorial Anthropos.
- Tucci, C; Hespanhol, I., & Cordeiro, O. (2000). *Agua para el S.XXI para América del Sur. De la visión a la acción*. São Paulo: Global Water Partnership.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Paris: UNESCO.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2003). *Water for people, water for life. Executive Summary of the UN World. Water Development Report*. Paris: UNESCO-WWAP.
- Universidade Federal de São Carlos (2004) *Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas – Período Diurno*. Recuperado de:  
[http://www.prograd.ufscar.br/projetoped/projeto\\_LicCiencBiologicas.pdf](http://www.prograd.ufscar.br/projetoped/projeto_LicCiencBiologicas.pdf)
- Wilensky, U., & Resnick, M. (1999). Thinking in levels: A dynamic systems approach to making sense of the world. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 3-19. [DOI:10.1023/A:1009421303064](https://doi.org/10.1023/A:1009421303064)
- Worldwatch Institute. (2008). *State of the world 2008: Innovations for a sustainable economy*. Londres: Earthcan.

**Recebido em:** 05.04.2017

**Aceito em:** 12.07.2017