

# LA ESCUELA Y LA CIUDAD EN CONEXIÓN: UN ANÁLISIS DE LA PERSPECTIVA ESCALAR CON PROFESORES EN FORMACIÓN

**Marta Fonolleda<sup>1</sup>**

Universidade Federal de São Carlos  
marta.fonolleda@uab.cat

**Tárcio Minto Fabrício<sup>2</sup>**

Universidade Federal de São Carlos – PPGE  
tarciofabricio@gmail.com

**Denise de Freitas<sup>3</sup>**

Universidade Federal de São Carlos  
dfreitas@ufscar.br

## Resumen

La investigación que se presenta reflexiona sobre el reto de abordar cuestiones socioambientales en la escuela. Una mirada al contexto actual nos muestra un escenario de relaciones complejas entre sociedades y medio que puede dificultar la interpretación, intervención y acción en el entorno. 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 para vivir en la sociedad actual. Para avanzar en esta dirección se apuntan dos retos para la escuela actual. 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 que percibe 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

---

<sup>1</sup> Bolsista Pós-Doutorado da CAPES – PNPd Institucional na UFSCar

<sup>2</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSCar

<sup>3</sup> Com auxílio parcial do CNPq



con el mundo.

**Palabras clave:** Cuestiones socioambientales; Complejidad; Dimensión escalar; Ciudad educadora; Formación de profesores.

### **Abstract**

The presented investigation aims the reflection about the challenge of addressing environmental issues in school. A look at the current context puts us before a scenario of complex relationships between societies and environment that may turn difficult the interpretation, intervention and action on the surroundings. Within this context, it seems meaningful to bet on new ways of understanding the surroundings in order to prioritize the connections between phenomena, places and scalar levels, aiming to educate citizens for today's society way of life. To move in this direction, it points out challenges for school nowadays. On one hand, to incorporate the scalar dimensions in the ways of interpreting and representing the world, linking the everyday phenomena with local and global perspectives. On the other, to connect teaching-learning with the city's diversity of spaces in order to take advantage of the educational opportunities they offer. From this point of view, we present a qualitative investigation that explores the scalar dimension as presented by a group of teachers in training in order to identify the challenges concerning a teacher's education that addresses skills that make it possible to connect the school with the city, with people and with the world.

**Keywords:** Environmental issues; Complexity; Scalar dimension; Educating city; Teacher training.

### **Resumo**

A pesquisa apresentada reflete sobre o desafio de abordar as questões socioambientais na escola. Um olhar sobre o contexto atual nos mostra um cenário de relações complexas entre sociedades e ambiente que pode dificultar a interpretação, intervenção e ação no meio. Neste sentido, parece significativo apostar em novas formas de abordar o ambiente que priorizem as conexões entre fenômenos, entre espaços e entre níveis escalares, de modo a capacitar os cidadãos para viverem na sociedade atual. Para avançar nesta direção dois desafios são colocados para a educação escolar. Por um lado, integrar a dimensão escalar como forma de interpretar

e representar o mundo, articulando os fenômenos cotidianos com perspectivas locais e globais. Por outro, conectar o ensino e a aprendizagem com a diversidade de espaços da cidade para aproveitar as oportunidades educativas que oferecem. A partir dessa abordagem, nessa pesquisa de cunho qualitativo, são exploradas as dimensões escalares presentes na percepção de um grupo de licenciandos buscando evidenciar os desafios colocados para uma formação inicial de professores que se pretende formar competências que possibilitam conectar a escola com a cidade, com as pessoas e com o mundo.

**Palavras chave:** Questões socioambientais; Complexidade; Dimensão escalar; Cidade educadora; Formação de professores.

## Introducción

Las cuestiones socioambientales – como por ejemplo el uso y la gestión del agua en una ciudad – nos remiten a la forma en que se articula el desarrollo de las sociedades en relación con el medio. Esta relación que viene mediada por un juego de flujos de ida y vuelta de materia y energía, que tiene lugar durante la captación del recurso, los tratamientos iniciales como la potabilización, la distribución, el uso, la depuración y el retorno al medio. Un ciclo que puede transcurrir a diferentes escalas geográficas y temporales (Wackernagel & Rees, 1995).

Desde 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. Estos cambios desencadenan y hacen visibles asimetrías globales que provocan variaciones en la dinámica del planeta (afectando la circulación oceánica, la composición atmosférica, las regularidades climáticas, etc) (Terradas, 2006), y alteran las tasas de regeneración y la capacidad de carga de los recursos (Worldwatch Institute, 2008). Las asimetrías globales aparecen como detonantes de movimientos migratorios, conflictos sociales de distinta intensidad y deterioro de ecosistemas, en una interacción continua entre las escalas local y global. Es desde la incertidumbre que se asocia a estas alteraciones y desde la amenaza que suponen para las sociedades y el medio, que emerge la crisis socioambiental como uno de los retos más importantes en la actualidad (Mayor



Zaragoza, 2009).

En este escenario se desencadenan ciertas dificultades no sólo 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 éstos se sitúan muy lejos de las escalas en las cuales transita y vive la experiencia humana (Elizalde Hevia, 2009). Por otro lado, en este contexto abierto, incierto y de cambio constante, las acciones quedan desorientadas de lógica causal y de la perspectiva a largo término (Bauman & Sampere, 2007).

En este contexto 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. De esta forma, 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 (UNESCO, 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* (Elliot, 2003), es decir un entorno de aprendizaje comunitario, que ayuda a construir territorios inteligentes (Innerarity, 2010).

La investigación que se presenta asume que la educación en general y la educación científica (Bonil & Pujol, 2011) y ambiental (Bonil, Junyent & Pujol, 2010) en particular, pueden y deben capacitar a la ciudadanía para abordar los retos del contexto actual. Esto supone proponer nuevas ideas y reorganizar las existentes, tomando opciones respecto a *qué, cómo y dónde* enseñar y aprender (Bonil & Pujol, 2011). Para ello, las aportaciones del marco de la complejidad puede ayudar a orientar camino, aportando un cuerpo teórico y metodológico que oriente el refuerzo de una

dimensión temporal, de una dimensión escalar y de una dimensión de la acción en los procesos educativos (Fonolleda, Bonil & Pujol, 2012).

En concreto, en el desarrollo de la investigación que se presenta, nos parece significativo profundizar en la dimensión escalar como herramienta para construir formas de interpretar e intervenir en el entorno que conecten aspectos locales y globales. Este planteamiento se ha concretado en la figura de la escuela desde dos perspectivas:

- respuesta al reto de qué enseñar y aprender, aplicando la dimensión escalar a la interpretación y representación de los fenómenos del mundo, para capacitar en una visión que conecte hechos del mundo mediante redes dinámicas y tridimensionales.
- respuesta al cómo y dónde enseñar y aprender, aplicando la dimensión escalar en la conexión de la escuela con el espacio urbano, para aprovechar las oportunidades educativas que ofrecen la diversidad de agentes educativos

Según el planteamiento expuesto, la finalidad que ha orientado el proceso de investigación que se presenta es:

*Explorar la percepción escalar de un grupo de profesores en formación en relación a un fenómeno socioambiental, para identificar los desafíos de una formación del profesorado que considere las competencias que posibiliten conectar la escuela con la ciudad, con las personas y con el mundo.*

En el caso de esta investigación se concreta la finalidad en un fenómeno específico: el uso y la gestión del agua en la ciudad de São Carlos (Brasil).

Para avanzar en esta finalidad, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es la percepción del grupo de profesores en formación respecto a la conexión entre la ciudad, el mundo y las personas? ¿Qué perfiles se identifican?
2. Cual es la percepción del grupo de profesores en formación respecto la conexión entre distintos espacios de la ciudad? Qué perfiles se identifican?
3. ¿Qué desafíos se identifican para la formación de profesorado?



## Contexto de la Investigación

La investigación presentada se ha desarrollado con alumnos del curso de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Universidade Federal de São Carlos (São Carlos – São Paulo – Brasil), y en concreto durante la disciplina titulada: Prática e Pesquisa em Ensino de Ciências Biológicas III (PPECB-III), ofrecida en el segundo semestre de 2014. La PPECB-III forma parte de 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 – con la investigación sobre las propias prácticas y temáticas abordadas por los alumnos (Universidade Federal de São Carlos, 2004).

La temática escogida para el desarrollo de la investigación junto con los alumnos fue el uso y la gestión del agua en la ciudad de São Carlos. Este se considera un fenómeno sociocientífico y una cuestión socioambiental de extrema relevancia en el contexto actual de los habitantes de la ciudad, ya que durante el desarrollo de la investigación el Estado de São Paulo se enfrenta a una crisis en la captación, almacenaje y distribución de recursos hídricos. Por otro lado, el hecho de relacionar la investigación con un fenómeno sociocientífico posibilita una mejor comprensión de los significados y de la relevancia del contenido científico (Mundim & Santos, 2012) permitiendo el cuestionamiento de las relaciones entre ciencia, tecnología y sus impactos sociales directos e indirectos (Santos & Mortimer, 2009).

## Marco Teórico

Diversos autores coinciden en que el marco de la complejidad es una plataforma rigurosa, abierta y dinámica que puede orientar nuevas miradas en la educación del siglo XXI, con la finalidad última de capacitar ciudadanos para abordar el contexto actual (Bonil, Junyent & Pujol, 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, 1982); entendiendo el paradigma simplificador desde la concepción atomizadora del saber (Motta, 2002), simplificadora de los problemas y fenómenos (Morin, 2001) y dicotómica entre lo científico y lo político, lo racional y lo ideológico (García, 2004).

Entre otros, las aportaciones del marco de la complejidad son una oportunidad para reforzar la dimensión escalar en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Reforzar la dimensión escalar 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 (Shepardson, Wee, Priddy, & Harbor, 2007).

Este reto no es nuevo para la educación. Tradicionalmente, el campo de la educación ambiental tradicionalmente 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. Es un planteamiento que 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 al 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 perceptibles, las cuales llevan a explorar los mecanismos a un nivel micro y las limitaciones del fenómeno a un nivel macro (Pickett, Kolasa, & Jones, 1994). Sólo a partir de la articulación escalar se pueden entender mecanismo 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 la conexión de la escuela con el espacio urbano, abre nuevas perspectivas para entender la ciudad y sus participación en la construcción de conocimiento, aproximándose al concepto de ciudad educadora. Asumiendo la multiplicidad y diversidad de agentes educativos en las sociedades y



comunidades, la educación no queda limitada a pocas instituciones educativas, sino que se habla de corresponsabilidad educativa en un entorno comunitario.

La posibilidad de vinculación entre la educación no formal y las prácticas educativas formales, o incluso informal, presentes en la ciudad, puede ofrecer una oportunidad excepcional para la reflexión sobre el papel actual de los educadores frente a los retos que plantea la sociedad actual en la entrega de capacitación eficaz en materia de democracia plena y participativa. No se trata, en este sentido, de considerar los museos, centros culturales, edificios históricos, espacios públicos, medios de comunicación, etc., como meros recursos educativos, como alerta Almeida (2008). Por el contrario, se propone que los distintos agentes empiecen a reconocerse no sólo como lugares de educación y el aprendizaje, sino también como corresponsables en la construcción de un proyecto educativo conjunto.

Tal concepción de la educación, sin embargo, debe tener en cuenta los tres niveles propuestos por Bernet (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 (Brandão, 2008).

Paetzold (2006) afirma que sólo desde las ciudades - con su realidad social - será posible discutir el papel de la educación y los educadores para lograr la plena ciudadanía. Para el autor, la ciudad tiene el potencial de la educación "re-encantamiento" en un momento en que la sociedad y las instituciones organizadas viven momentos de incertidumbre acerca de su futuro.

El papel de las ciudades como espacios educativos también fue discutido por Freire (2001). Para él, las ciudades se hacen por necesidad educativa "educar, de aprender, de ensinar, de conhecer, de criar, de sonhar." Yendo más lejos, afirma que la ciudad que educa también asume el papel de un alumno, ya que "muito de sua tarefa educativa implica a nossa posição política e, obviamente, a maneira como exercemos o poder na Cidade e o sonho ou a utopia de que embebamos a política, a serviço de que e de quem a fazemos" (Freire, 2001, p. 13).



### **Proceso Metodológico**

La investigación que se presenta es de tipo cualitativa y se enmarca en el paradigma interpretativo (Denzin & Lincoln, 2005). Corresponde a un estudio de caso, ya que focaliza en los alumnos que cursaban la disciplina Prática e Pesquisa em Ensino de Ciências Biológicas III (PPECB III) del Grado de Biología de la Universidad Federal de São Carlos (Brasil) durante el segundo semestre de 2014 (en total, 19 alumnos). En concreto, corresponde a un estudio de caso instrumental (Stake, 1995) ya que la intención no es tanto profundizar en la comprensión del caso concreto sino que éste contribuya al estudio de los procesos de 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 São 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 socioambientales 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 São Carlos.

La recogida de datos se situó en la primera de las 3 sesiones realizadas, para tener un carácter exploratorio a la 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 São Carlos. Cada fotografía remitía a un espacio de la ciudad relacionado con las etapas del ciclo integral del agua: obtención del 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.

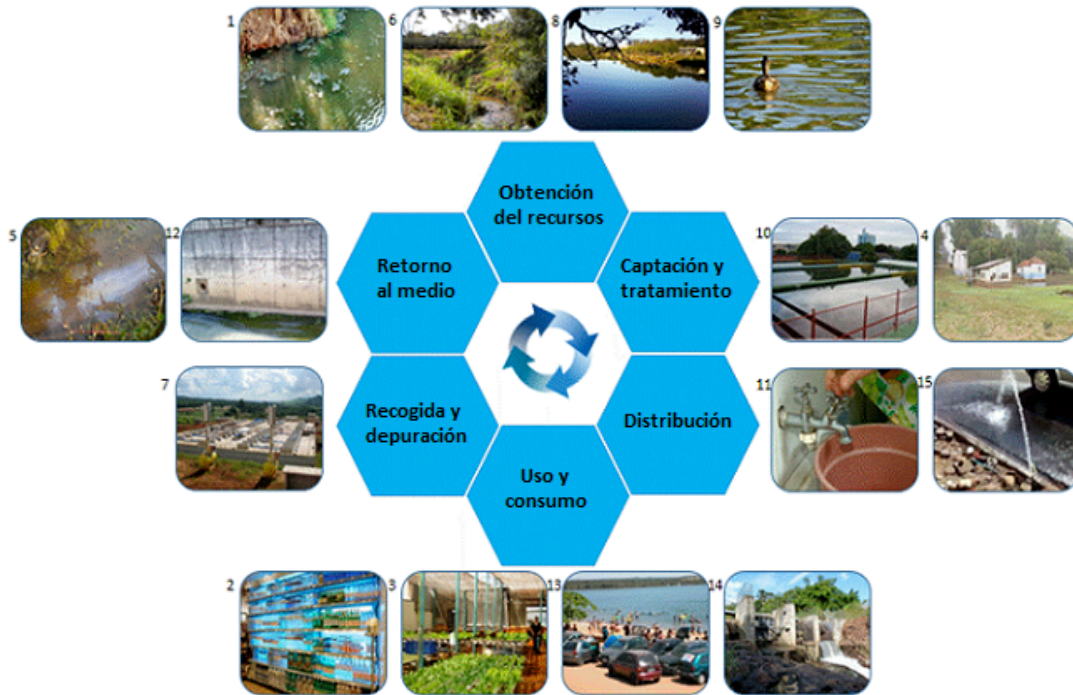


Figura 1: Fotografías utilizadas durante la obtención de datos (Fuente: elaboración propia)

El instrumento utilizado para obtener los datos fueron los cuestionarios individuales de preguntas abiertas. Para responder el cuestionario, 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 sucederá posteriormente
- las propuestas, es decir, las acciones que pueden cambiar la situación de la fotografía.

En la investigación que se presenta, solamente se han analizado las respuestas referentes a las causas y las consecuencias (Figura 2). Las respuestas referentes a las propuestas se conservan para futuros análisis.

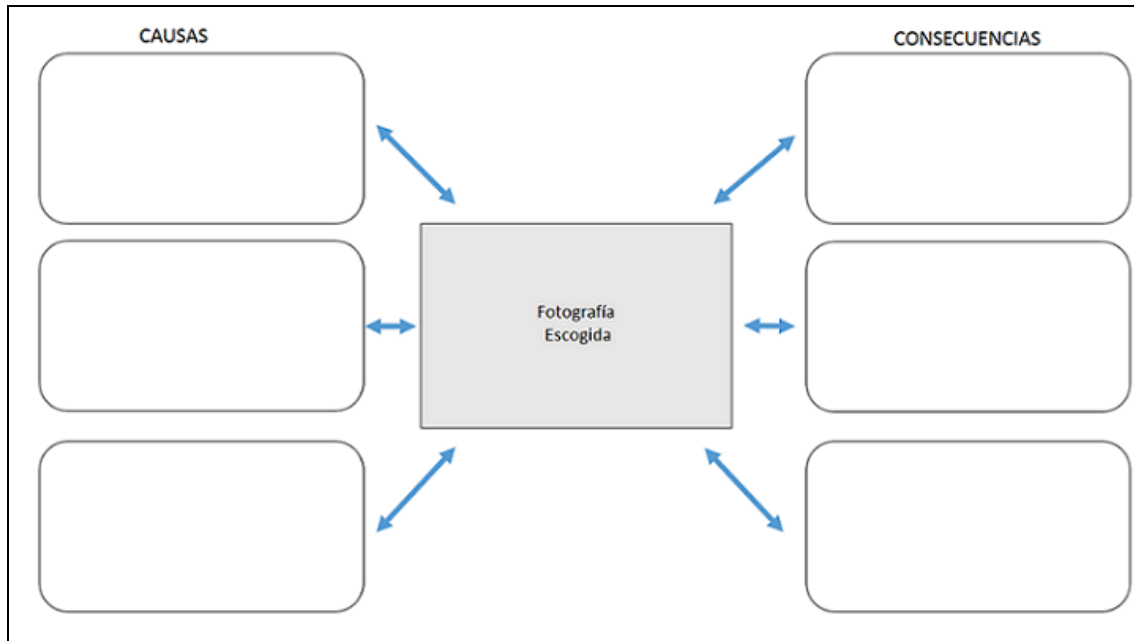


Figura 2: Cuestionarios utilizados para obtener los datos (Fuente: adaptación del Fonolleda, Pujol & Bonil (2012))

Los cuestionarios, además de utilizarse para obtener datos para un proceso de pesquisa, sirvieron de plataforma para iniciar un debate alrededor de la complejidad de los fenómenos socioambientales y las oportunidades educativas de la Ciudad de São 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 & Pujol & Bonil, 2013), que diferenciaba entre: el nivel meso (correspondiente a la ciudad de São Carlos), el nivel macro (correspondiente al mundo) y el nivel micro (correspondiente a las personas). Este planteamiento proporciona información para responder a la segunda pregunta de investigación, referente a la conexión entre la ciudad, las personas y el mundo. Para responder a la



segunda pregunta de investigación, a este planteamiento se le ha incorporado la perspectiva de la ciudad educadora, mosaico de oportunidades educativas en diversidad de espacios conectados. Para ello se ha concretado el nivel meso en 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, Bonil & Pujol (2012), que representa gráficamente los contenidos citados en cada nivel escalar (meso, micro y macro) y sus relaciones. A esta representación se le ha incorporado el subnivel meso-1: los espacios concretos dentro de la ciudad se han representado mediante círculos con límites abiertos, situados dentro del nivel meso. Este análisis ha permitido ver de forma gráfica qué niveles escalares y qué espacios concretos de la ciudad articula cada alumno en sus respuestas.

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

### **Discusión de Resultados**

A continuación se sintetizan los resultados obtenidos en las 3 etapas del análisis.

#### *Resultados obtenidos en la etapa 1 del análisis: caracterización de los niveles escalares considerados*

Los datos obtenidos en el caso concreto analizado han permitido identificar y concretizar tres niveles escalares significativos en el uso y la gestión del agua en São Carlos; y dos subniveles que corresponden con espacios concretos de la ciudad. A continuación se describen cada uno de ellos.

El nivel *meso* equivale al nivel de referencia del fenómeno de estudio. En nuestro caso se ha definido la Ciudad de São 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.

En este nivel se han diferenciado 2 subniveles. Por un lado, el subnivel meso-1

corresponde a espacios concretos de la ciudad, que podrían ser aprovechados como oportunidades educativas para los docentes de ciencias. En las respuestas del alumnado se han identificado 9 espacios que se concretan a continuación: la UFSCar, la planta de tratamiento de aguas Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE); las fuentes de agua potable; el lecho del río; las calles; los barrios; los ríos; los lagos e lagunas; las casa, tiendas e inmuebles.

Por otro lado, el subnivel meso-2 hace referencia a cuestiones generales de la ciudad. Se han incluido respuestas relacionadas con aspectos como (se incluyen las respuestas literales en portugués): 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 e la fauna (*“mortandade da fauna e da flora”; “morada de animais transmissões 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 São 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 engarrafadas até secarem”; “devido ao racionamento ocorrente nas reservas/reservas”*); 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 São Carlos (por ejemplo, *“excesso de agrotóxicos”; “alto custo em hortaliças e vegetais”*)



El nivel *Micro* equivale al nivel escalaramente inferior al nivel meso. Hace referencia a personas o colectivas sin hablar de organización social, política, administrativa, etc. Se incluyen aspectos como: disponibilidad de agua (“*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*”).

#### *Resultados obtenidos en la etapa 2 del análisis: representación de los modelos explicativos*

Como se ha dicho anteriormente, para representar la articulación escalar se ha partido de la metodología utilizada en Fonolleda, Pujol & Bonil (2012) 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 4, 5, 6 y 7 puede verse ejemplos de las representaciones obtenidas.

#### *Resultados obtenidos en la etapa 3 del análisis: construcción de perfiles de profesores en formación*

El análisis de correspondencias múltiples entre los datos anteriores ha permitido obtener 2 perfiles y 4 subperfiles según la presencia de la dimensión escalar en sus respuestas (Figura 3). Estos se sitúan en un gradiente que va de una dimensión escalar más débil a una dimensión escalar más fuerte. Como se ha dicho anteriormente, la dimensión escalar integra dos aspectos:

- las articulaciones entre los niveles meso, micro y macro. Estas articulaciones conectan el fenómeno con las personas y con el mundo, y nos sitúan en una interacción continua y fractal entre lo global y lo local.
- las articulaciones que el alumno hace entre los subniveles meso-1 y meso-2. Estas articulaciones conectan el fenómeno del uso y la gestión del agua con la diversidad de espacios de la ciudad; y nos sitúan en un mosaico de espacios que pueden ser oportunidades educativas.

En el caso estudiado, la mayoría de alumnos se sitúa en los extremos: en el perfil 1.1 (considerado como la dimensión escalar más débil en lo global) y en el perfil 2.2 (dimensión escalar más fuerte). Y el perfil menos abundante es el 1.2.

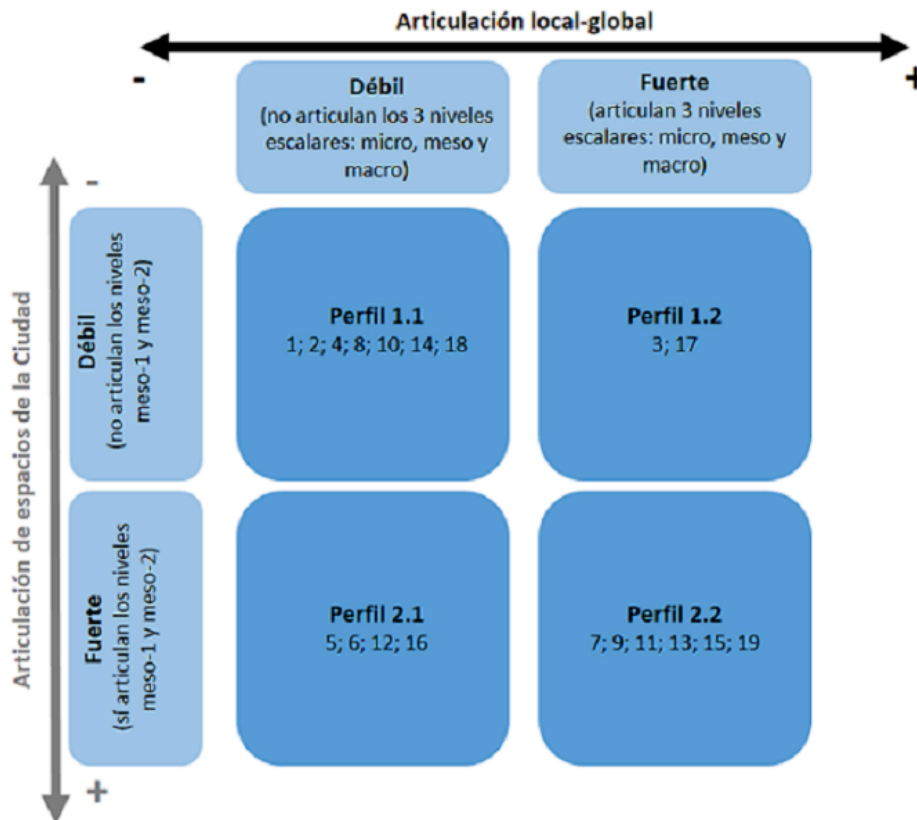


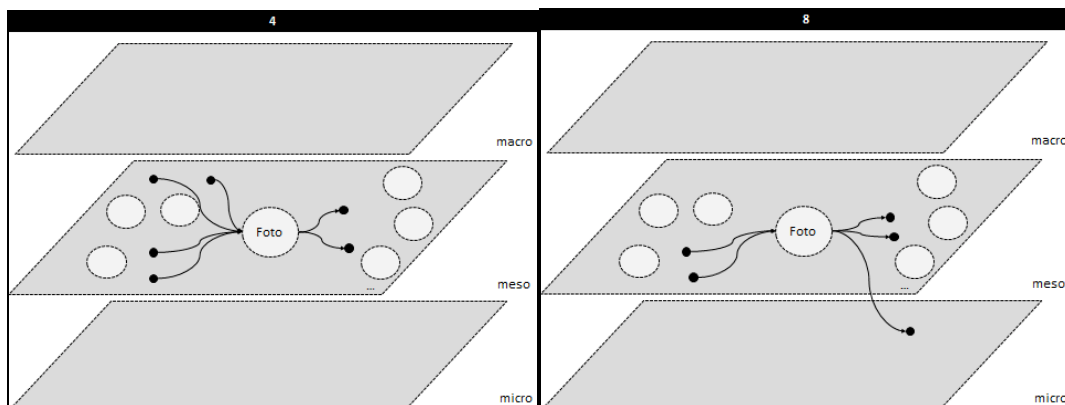
Figura 3: Perfiles de alumnos según la dimensión escalar (Fuente: elaboración propia)

Los alumnos del **perfil 1** son aquellos que en sus respuestas muestran una articulación de espacios dentro de la ciudad débil, ya que no articulan los subniveles



meso-1 y meso-2. Estos tienen una visión de la ciudad que se aleja del mosaico de espacios que pueden ser oportunidades educativas. Dentro de este perfil se diferencian dos subperfiles:

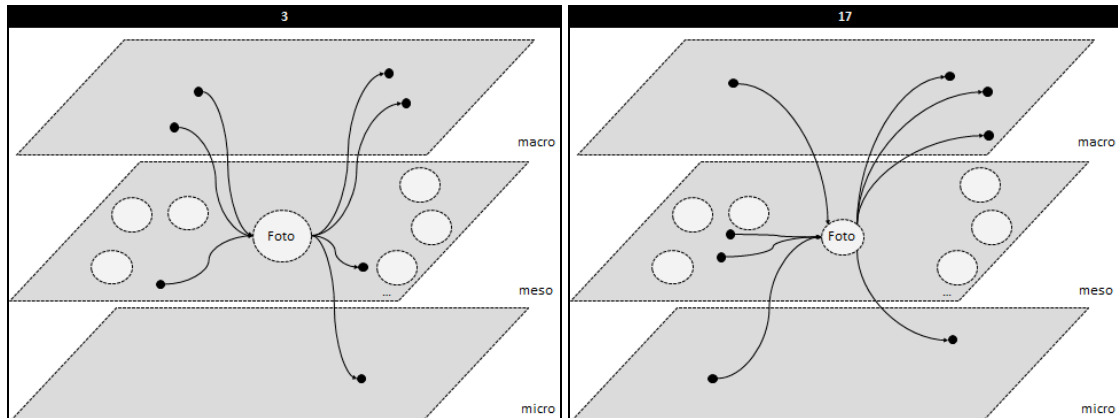
- Los alumnos del **subperfil 1.1**, además muestran una articulación local-global débil, ya que no articulan los tres niveles meso, micro y macro. Es decir, que no conectan el fenómeno de estudio con las personas ni con el mundo. En global, muestran una dimensión escalar muy baja. En el caso se han identificado 7 alumnos en este perfil. En la Figura 4 se puede ver como ejemplo la representación de los modelos explicativos de dos alumnos de este perfil.



**Figura 4:** Alumnos del perfil 1.1 (Fuente: elaboración propia)

- Los alumnos del subperfil 1.2 además muestran una articulación local-global fuerte, ya que sí que articulan los tres niveles meso, micro y macro. Es decir, que sí que conectan el fenómeno de estudio con las personas y con el mundo. En global, muestran una dimensión escalar mediana. En el caso estudiado este es el perfil menos abundante, en el que se han identificado 2 alumnos (Figura 5).

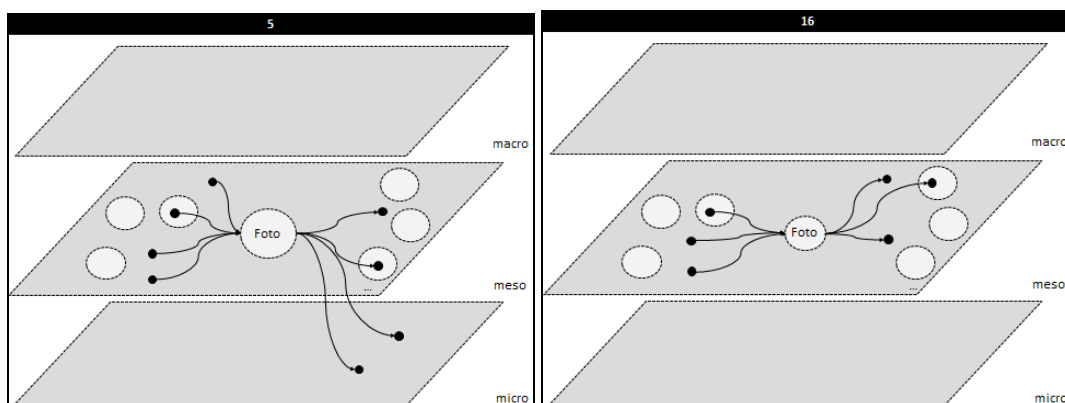




**Figura 5:** Alumnos del perfil 1.2 (Fuente: elaboración propia)

Los alumnos del **perfil 2** son aquellos que en sus respuestas muestran una articulación de espacios dentro de la ciudad fuerte, ya que articulan los subniveles meso-1 y meso-2. Estos tienen una visión de la ciudad que se aproxima al mosaico de espacios que pueden ser oportunidades educativas. Dentro de este perfil se diferencian dos subperfiles:

- Los alumnos del **subperfil 2.1**, muestran una articulación local-global débil, ya que no articulan los tres niveles meso, micro y macro. Es decir, que no conectan el fenómeno de estudio con las personas ni con el mundo. En global, muestran una dimensión escalar mediana. En el caso estudiado, se han identificado 4 alumnos dentro de este perfil (Figura 6).

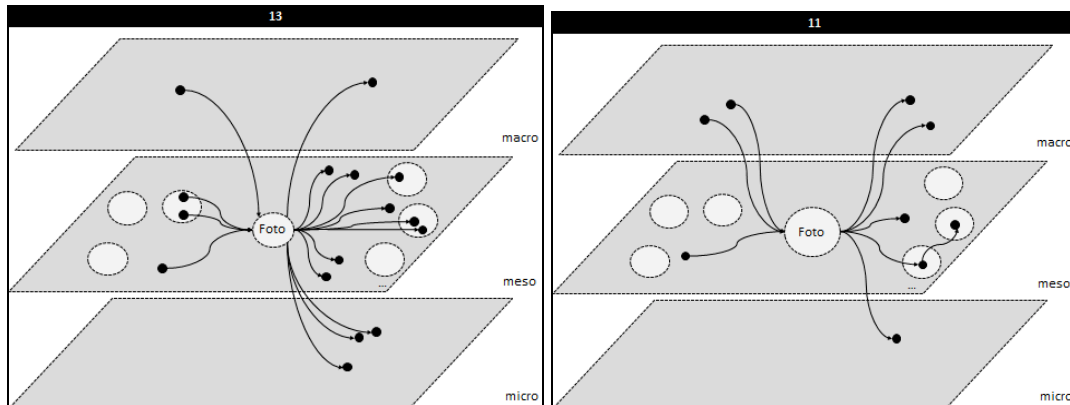


**Figura 6:** Alumnos del perfil 2.1 (Fuente: elaboración propia)

- Los alumnos del subperfil 2.2, muestran una articulación local-global fuerte,



ya que articulan los tres niveles meso, micro y macro. Es decir, que conectan el fenómeno de estudio con las personas y el mundo. En global, muestran una dimensión escalar alta. En el caso estudiado, se han identificado 6 alumnos dentro de este perfil (Figura 7).



**Figura 7:** Alumnos del perfil 2.2 (Fuente: elaboración propia)

## Conclusiones

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 (subperfil 1.1) y con la más fuerte (subperfil 2.2). Se observa pues una relación entre ambas articulaciones escalares: los alumnos que tienden a articular los niveles locales y globales 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 (subperfil 2.2) presentan una mirada más profunda sobre el fenómeno del uso y la gestión del agua en São 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.

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.

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 1 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 2 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.

### Referencias Bibliográficas

- Almeida, A. J. (2008). A cidade e a educação. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46, 1-11.
- Bauman, Z., & Sampere, J. (2007). *Els reptes de l'educació en la modernitat líquida*. Barcelona: Arcàdia.
- Bernet, J. T. (1993). *Otras Educaciones. Animación Sociocultural, Formación de adultos y Ciudad Educativa*. Barcelona: Editorial Anthropos.
- Bonil, J., Junyent, M., & Pujol, R. M. (2010). Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Revista Eureka*, 7, 198-215.



- Bonil, J., & Pujol, R. M. (2011). Educación científica a propósito de la palabra crisis. *Enseñanza De Las Ciencias*, 29(2), 251-262.
- Brandão, C. R. (2008). *Minha Casa, O Mundo*. Aparecida, SP: Idéias & Letras.
- Elizalde Hevia, 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.
- Elliot, J. (2003). La ciutat com a entorn d'aprenentatge d'una ciutadania activa. In AAVV, *L'escola i la ciutat: el repte educatiu del segle XXI*, (26-31). Barcelona: Institut Municipal d'Educació
- Fonolleda, M., Bonil, J. & Pujol, R. M. (2012). Exploració dels models explicatius sobre mobilitat des de la perspectiva de la complexitat. El cas d'un grup d'alumnes d'Andorra. Facultat de Ciències de l'Educació. [Tesis doctoral, presentada em la Universitat Autònoma de Barcelona]
- Fonolleda, M., Bonil, J. & Pujol, R. M. (2013). Exploración de los modelos explicativos sobre movilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Enseñanza de las ciencias*. Número extraordinario: IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. 1301-1305
- Freire, P. (2001). *Política e Educação*. São Paulo: Cortez.
- García, J. 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.
- Innerarity, D. (2010). *Incertesa i creativitat. Educar per a la societat del coneixement*. Col·lecció debats d'Educació, número 18. Barcelona: Fundació Jaume Bofill.
- Mayor Zaragoza, F. (2009). La problemática de la sostenibilidad en un mundo globalizado. *Revista de Educación*, Número Extra, 25-52.
- Meira, P. Á. (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. 99-124.
- Morin, E. (1982). *Ciencia con consciencia*. Barcelona: Anthropos.
- Morin, E. (2001). *Tenir el cap clar: Per organitzar els coneixements i aprendre a viure*. Barcelona: La Campana.
- Motta, R. (2002). Complejidad, educación y transdisciplinariedad. *Revista de la Universidad Bolivariana*, 1(3), 1-21.

- Mundim, J. V. & Santos, W. L. P. (2012). Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. *Ciência & Educação (Bauru)*, 18 (4), 787-802.
- Paetzold, O. S. (2006). Educação e cidadania na perspectiva da cidade educadora: Um estudo a partir de Frederico Westphalen. *UNIrevista*, 1 (2), 1-6.
- Pickett, S. T. A., Kolasa, J., & Jones, C. G. (1994). *Ecological understanding*. San Diego etc.: Academic Press.
- Santos, W. L. P. & Mortimer, E. F. (2009) Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14 (2), 191-218.
- Shepardson, D. P., Wee, B., Priddy, M., & Harbor, J. (2007). Students' mental models of the environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 327-348.
- Stake, R. E. (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*. París: UNESCO.
- UNESCO (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Paris: UNESCO
- Universidade Federal de São Carlos (2004). Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas – Período Diurno. [[http://www.prograd.ufscar.br/projetoped/projeto\\_LicCiencBiologicas.pdf](http://www.prograd.ufscar.br/projetoped/projeto_LicCiencBiologicas.pdf)]
- Wackernagel, M., & Rees, W. E. (1995). *Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth*. Gabriola Island: New Society Publishers.
- 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.
- Worldwatch Institute (2008). *State of the world 2008: Innovations for a sustainable economy*. Londres: Earthcan.