

## El huerto educativo ante el cambio climático: Propuesta de una hipótesis de transición sobre el agua y la alimentación humana

*The school garden to deal with climate change: Proposal of a transition hypothesis on water and human food*



**Gda. Alicia Guerrero Fernández** es Alumna de Doctorado en Educación de la Universidad de Sevilla (España) · [aliciaguerrero@us.es](mailto:aliciaguerrero@us.es) · <https://orcid.org/0000-0003-3452-6353>



**Gda. Marina Nieto Ramos** es Alumna de Máster y Graduada en Educación Infantil de la Universidad de Sevilla (España) · [marina.nr98@gmail.com](mailto:marina.nr98@gmail.com) · <https://orcid.org/0000-0002-6744-8235>



**Gda. Raquel Herruzo Lucena** es Graduada en Educación Infantil de la Universidad de Sevilla (España) · [raquel16rym@gmail.com](mailto:raquel16rym@gmail.com) · <https://orcid.org/0000-0002-0857-2105>



**Dra. Lidia López Lozano** es Profesora Ayudante Doctora en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla (España) · [lidialopez@us.es](mailto:lidialopez@us.es) · <https://orcid.org/0000-0002-5181-638X>



**Dra. Fátima Rodríguez Marín** es Profesora Titular en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla (España) · [frodmar@us.es](mailto:frodmar@us.es) · <https://orcid.org/0000-0003-0771-6944>



**Dr. Eduardo García Díaz** es Profesor Titular Jubilado de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla (España) · [jeduardo@us.es](mailto:jeduardo@us.es) · <https://orcid.org/0000-0001-7770-9374>

### Cómo citar este artículo

Guerrero Fernández, A., Nieto Ramos, M., Herruzo Lucena, R., López Lozano, L., Rodríguez Marín, F. y García Díaz, E. (2021). El huerto educativo ante el cambio climático: Propuesta de una hipótesis de transición sobre el agua y la alimentación. *Investigación en la Escuela*, 103, 48-63. doi: <http://dx.doi.org/10.12795/IE.2021.i103.04>

**Resumen.** La actual situación de crisis ecosocial y la problemática del cambio climático, exige preparar a la ciudadanía, desde el ámbito educativo, con estrategias de resiliencia y de adaptación a los cambios y a una nueva realidad de decrecimiento inevitable. Consideramos el huerto educativo como un recurso indispensable para hacer frente a este reto. El objetivo de este trabajo se centra en diseñar hipótesis de transición sobre el ciclo de nutrientes vinculado a la alimentación humana y al agua, basándonos en la idea de metabolismo ecosistémico. La metodología seguida se basa en un enfoque descriptivo cualitativo a través de un análisis de contenido, utilizando como datos las declaraciones de profesorado en formación inicial y en activo de Educación Infantil. Como resultado, se han diseñado dos hipótesis de transición vinculadas al agua y al ciclo de nutrientes. Se han establecido cinco niveles, siendo el último la propuesta deseable para abordar esa problemática. En conclusiones, se presentan algunas consideraciones que hemos obtenido tras la realización de las hipótesis que pueden servir de base para la creación de itinerarios de actividades que ayuden a comprender el problema del cambio climático.

**Abstract.** The current situation of ecosocial crisis and the problem of climate change requires the preparation of citizens, from the educational field, with resilience and adaptation strategies to change and to a new reality of inevitable degrowth. We consider the educational garden to be an indispensable resource to meet this challenge. The aim of this research is focused on designing transition hypotheses on the nutrient cycle linked to human food and water, based on the idea of ecosystem metabolism. The methodology followed is based on a qualitative descriptive approach



Recibido: 2021-03-02 | Revisado: 2021-04-20 | Aceptado: 2021-04-22 | Publicado: 2021-04-28

DOI: <https://doi.org/10.12795/IE.2021.i103.04> | Páginas: 48-63

<https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/index>

through a content analysis, using as data the statements of teachers in initial and active training in Early Childhood Education. As a result, two transition hypotheses related to water and the nutrient cycle have been designed. Five levels have been established, the last being the desirable proposal to address this problem. To conclude, we present some considerations that we have obtained after the realization of the hypotheses that can serve as a basis for the creation of itineraries of activities that help to understand the problem of climate change.

### **Palabras clave · Keywords**

Huerto educativo, formación inicial y permanente de Educación Infantil, cambio climático, hipótesis de transición, agua, alimentación humana.

School garden, initial and permanent training in Early Childhood Education, climate change, transition hypotheses, water, human food.

## **1. Marco teórico**

### **1.1. ¿Cómo debe abordarse la crisis ecosocial desde el ámbito educativo?**

La grave situación de crisis ecosocial global es ya una realidad que traerá consigo una serie de cambios y problemáticas ambientales, sociales, culturales, económicas y políticas que afectarán profundamente a la forma de vida de las generaciones que ahora estudian en nuestro sistema educativo. Resulta imprescindible poner el foco en buscar estrategias de adaptación a través de respuestas colectivas dentro de un planeta que va a experimentar grandes cambios, caracterizados por un decrecimiento inevitable (Acosta y Ulrich, 2018; Daly et al., 2019; Prats et al., 2016; Riechman, 2020; Taibo, 2017; Turiel, 2020) que nos empuja hacia un posible colapso donde interaccionan tres procesos: el cambio climático, el agotamiento de los recursos materiales y energéticos, y la disminución de la biodiversidad. De los tres procesos que acabamos de mencionar, en este trabajo nos centraremos en el del cambio climático, aunque su vinculación con los otros problemas es inevitable, teniendo en cuenta las dificultades asociadas a trabajar este problema global y complejo (Sellmann y Bogner, 2013).

La sociedad capitalista industrial se caracteriza por potenciar un metabolismo social lineal (Fernández y González, 2014; Sempere, 2018), frente al metabolismo ecosistémico circular característico de la biosfera (Odum, 1972; Margalef, 1974). Una consecuencia del predominio del metabolismo lineal, es la alteración de los ciclos biogeoquímicos, en concreto los del carbono, nitrógeno y fósforo. En el caso del carbono, desde el siglo XIX, se han emitido enormes cantidades de carbono a la atmósfera procedentes de la combustión de carbón o petróleo, influyendo directamente en la incapacidad del planeta de fijarlo y retenerlo. Esta acumulación de carbono, está determinando un cambio climático que parece inevitable por lo que, como docentes, debemos preparar a nuestro alumnado para que pueda autogestionar adecuadamente los inminentes cambios y la nueva realidad que se avecina, incrementando su resiliencia (Assadourian, 2017) y su capacidad de respuesta ante un mundo cada vez más incierto. Esto puede llevarse a cabo a través de la alfabetización ambiental (ALFAM), entendida aquí desde la perspectiva de una educación en y para el decrecimiento, como propuesta alternativa a la educación para la sostenibilidad (García et al., 2019).

La ALFAM se entiende como un proceso que permite comprender las redes e interrelaciones existentes entre la sociedad y la biosfera y emprender intervenciones (Gunckel et al., 2012; Roth, 1992; Stables & Bishop, 2001; Tuncer et al., 2009), fundamentadas en evidencias científicas. Desde nuestra perspectiva, la ALFAM se convierte en el medio que posibilita y vertebra una educación en y para el decrecimiento que persigue, preparar para la comprensión de la realidad desde una visión compleja.

### **1.2. El huerto educativo como recurso para educar en el decrecimiento**

Los enfoques teóricos y metodológicos del aprendizaje basado en el huerto, Garden-Based Learning, varían enormemente en el panorama educativo (Desmond et al., 2004). En el ámbito nacional existe una amplia bibliografía en la formación inicial del profesorado (Barrón-Ruiz y Muñoz-Rodríguez, 2015; Botella-Nicolas et al., 2017; Ceballos et al., 2014; Conde et al., 2019; Eugenio-Gozalbo y Aragón-Núñez, 2016, Eugenio Gozalbo et al., 2019, Fernández-Morilla et al., 2015), lo que nos indica que es un campo de trabajo compartido por diversos grupos de trabajo y que denota el interés de trabajar con este recurso.

La utilización de este recurso implica reflexionar sobre el «para qué» de nuestro huerto, qué sentido tiene su puesta en marcha y su uso. En nuestra opinión, debería servir, entre otras cosas, como una «escuela de resiliencia» que capacite al alumnado para adaptarse a la situación de decrecimiento hacia la que nos encaminamos. Asumir esta finalidad supone considerar los siguientes aspectos:

- Desarrollar las tareas propias de un huerto poniendo el foco en la soberanía alimentaria, la resiliencia y la autogestión, algo que supone trabajar con un modelo de huerto que fomente un aprendizaje adaptativo.
- Organizar las tareas de forma que faciliten trabajar integradamente contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales relacionados con temáticas prioritarias en esta situación.
- Desarrollar el «saber hacer», aquellos aprendizajes «prácticos» que ayuden a resolver problemas concretos.
- Tener en cuenta los afectos y emociones. Deben abordarse de manera globalizada e interrelacionada con el resto de las dimensiones implicadas, de tal forma que se empleen como resortes que impulsen a emprender movilizaciones y cambios.
- Emplear una metodología didáctica de corte investigativo (García-Pérez y Porlán, 2000; 2017; Rivero et al., 2017) que requiere de un incremento de nuestra capacidad de tratar problemas nuevos.
- Partir de un conocimiento científico fundamentado y contrastado del mundo que permita enfrentar los problemas sin partir de cero y acudir al ensayo-error o a concepciones míticas, de ahí la necesidad de asociar la ALFAM a la alfabetización científica.

### 1.3. Un huerto organizado para trabajar la emergencia climática

La respuesta al reto de la emergencia climática que mencionábamos antes, pasa por la transición de un metabolismo social lineal a otro circular, ajustado a los ciclos de la materia y al flujo de energía en la biosfera. Ello supone un cambio del modelo agrícola industrial a otro agroecológico (en nuestro caso, la permacultura según la entiende Holmgren, 2013) que desarrolle cuatro tipos de estrategias:

1. Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero (en adelante GEI) en todas las actividades relacionadas con la extracción de materiales de la naturaleza, la producción de alimentos, la distribución, la comercialización, el consumo, el transporte asociado a dichas actividades y la gestión y posible reciclaje de los residuos.
2. Fijar y retener carbono, con dos actuaciones básicas: regenerar y mantener suelos ricos en carbono e incrementar la biomasa vegetal, sobre todo arbórea. Esta retención del carbono en los suelos requiere, además, mantener el suelo como un ecosistema vivo y reciclar la materia orgánica (compostaje).
3. Adaptar la agricultura a una menor disponibilidad de agua (sobre todo evitando la sobreexplotación de los acuíferos y la evapotranspiración excesiva) y a un incremento de la frecuencia de eventos meteorológicos extremos.
4. Compensar la disminución de la biodiversidad asociada al cambio climático, al uso de plaguicidas y herbicidas, y a la degradación de los suelos; mediante una ordenación territorial biodiversa, la evitación de los monocultivos, el mantenimiento del ecosistema suelo y el control biológico de plagas.

### 1.4. Las hipótesis de transición como recurso para trabajar el huerto ante la emergencia climática

Aplicando lo anterior al caso de los huertos educativos, debemos organizar nuestro huerto de tal forma que contemple las estrategias antes descritas. Dicha organización debe servir para abordar el cambio climático a través de contenidos relacionados con: las emisiones de GEI, la fijación y retención de carbono, la adaptación a una menor disponibilidad de agua y a eventos meteorológicos extremos, la disminución de la biodiversidad y la resolución colectiva y autosuficiente de los problemas relativos a la alimentación humana. En consonancia con esto, no podrían construirse determinados contenidos si el huerto no reúne una serie de condiciones básicas e indispensables (Aragón, 2019) como, por ejemplo, contar con composteros para trabajar los procesos de descomposición y el ciclo de nutrientes.

Para ello, la construcción de un marco general de referencia es fundamental, considerándose que las hipótesis de transición (Rodríguez-Marín et al., 2014) pueden constituir una herramienta didáctica y de investigación útil para orientar la comprensión del proceso de construcción de conocimientos sobre la idea de metabolismo ecosistémico que se da en el huerto escolar.

Este trabajo, basándose en los estudios previos de Herruzo (2020) y López-Lozano et al. (2021), se centra en el ciclo de nutrientes y en el agua como dos variables fundamentales en la caracterización del modelo de huerto. La investigación de López-Lozano et al. (2021), tras un estudio de clusters, permitió conocer cómo agrupan y qué variables utiliza, el profesorado en formación inicial de Educación Infantil, basándose principalmente con un 23% en el ciclo de nutrientes y, en segundo lugar, con un 20,5% el suelo, el agua y la biodiversidad. El trabajo de Herruzo (2020), que analiza el tipo de huerto que poseen los centros educativos de la provincia de Sevilla, concluye que solo el 30% de la muestra coincide lo declarado con un

modelo basado en la permacultura, debido a que el análisis por variables no concuerda con esa visión de huerto.

Teniendo en cuenta este marco de trabajo, nuestro objetivo se centra en diseñar hipótesis de transición sobre el ciclo de nutrientes vinculado a la alimentación humana y al agua, basándonos en la idea de metabolismo ecosistémico, a raíz de declaraciones de profesorado en formación inicial y en activo de Educación Infantil que pueden servir de base para la creación de futuros itinerarios de actividades o propuestas de intervención que ayuden a comprender el problema del cambio climático.

## 2. Metodología

La metodología seguida se basa en un enfoque descriptivo cualitativo (Creswell, 2013) a través de un análisis de contenido de las declaraciones de profesorado en formación inicial y en activo relacionados con la Educación Infantil.

En este estudio han participado profesorado en formación inicial y en activo que han tenido experiencias directas en un huerto educativo y están vinculados con la Educación Infantil. El primer colectivo participante, relacionado con la formación inicial, constaba de 57 estudiantes (94.7% mujeres y 5,3% hombres) de las asignaturas cuatrimestrales de Conocimiento del Entorno Social y Enseñanza del Entorno Natural en la etapa de 0 a 6 años, del 3º curso del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Sevilla del curso 2019-20, estudiantes que habían estado trabajando en el huerto de la facultad. El segundo, vinculado al profesorado en activo, está conformada por 21 centros educativos (3 concertados y 18 públicos). Tras pasar el cuestionario a todos los centros de la provincia de Sevilla, respondieron 40, el 7.63% de la muestra total, y 21 fueron los seleccionados porque empleaban el huerto en sus propuestas didácticas, cumplimentando el cuestionario la persona coordinadora de cada centro.

Los instrumentos de recogida de datos utilizados fueron un guion de reflexión y un cuestionario validado. Respecto al guion de reflexión, fue diseñado para conocer el modelo de huerto que el profesorado en formación inicial consideraba deseable para un centro educativo, cumplimentado antes (M1, informe 3) y después (M2, informe 4) de vivenciar una propuesta didáctica de 6 sesiones utilizando el huerto como recurso. El cuestionario validado (Herruzo, 2020), cumplimentado por los docentes en activo, se elaboró partiendo del cuestionario de Rodríguez y Sánchez (2018), al que se añadieron ítems para conocer el modelo agrícola y la finalidad didáctica de los huertos educativos. Fue completado de manera telemática, y estaba conformado por 23 preguntas, 6 de respuesta cerrada y 17 de respuesta abierta. De estos dos instrumentos, se han tenido en cuenta las preguntas vinculadas a cuestiones relacionadas con este trabajo, las cuales se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Fuentes de datos en relación con la formación inicial docente y los centros educativos*

Datos	Instrumentos	Preguntas
Formación inicial docente de Educación Infantil	Guion de reflexión (M1 y M2)	INFORME 3 y 4 ¿Qué modelo agrícola adoptarías en un huerto escolar?

Profesorado en activo de centros educativos de Educación Infantil con Huerto Escolar	Cuestionario validado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuál es la finalidad (para qué, por qué...) de vuestro proyecto de huerto escolar?</li> <li>- ¿Qué tipo de huerto tenéis? ¿Pensáis que es un huerto ecológico? ¿Por qué? Descríbelo.</li> <li>- ¿Qué tratamiento tenéis que hacerle al suelo? ¿Es necesario ararlo (de qué forma manual o con pequeños arados)? ¿Utilizáis el barbecho? ¿Lo acolcháis?</li> <li>- ¿Qué hacéis con los restos de las plantaciones? ¿Quemáis los restos orgánicos? ¿Lo lleváis a composteros? ¿Con qué frecuencia abonáis el suelo?</li> <li>- ¿Tenéis en la zona del huerto además de las hortalizas, plantas aromáticas y árboles frutales?</li> <li>- ¿Cuál es el sistema de riego que utilizáis?</li> <li>- ¿Qué sistemas utilizáis para evitar y eliminar plagas y malas hierbas?</li> <li>- ¿Cuántos tipos de plantas ponéis por surco/ bancal (u otro sistema)? ¿De dónde provienen vuestras semillas? ¿Tenéis banco de semillas propio?</li> <li>- ¿Qué hacéis con la producción agrícola? ¿Quién consume los alimentos producidos?</li> </ul>
--	-----------------------	--

El tratamiento de los datos de la presente investigación se ha realizado diseñando un sistema de categorías emergente como consecuencia de un proceso de codificación inductiva. Para este proceso, se ha utilizado el programa Atlas.ti versión 7 permitiendo codificar las unidades de información en las categorías definidas por el sistema de categorías creado.

El sistema de categorías se fundamenta en las ideas antes enunciadas sobre la necesaria transición de un metabolismo lineal a otro circular, y se presenta como una hipótesis de transición. Por tanto, se establecieron una serie de niveles de formulación previos al análisis de datos, que marcaban una gradación entre distintos grados de complejidad. Para el análisis se propuso una hipótesis de transición (tabla 2) basándose en Rodríguez-Marín et al. (2014) que:

1. Contase con formulaciones intermedias que faciliten y guíen el proceso de construcción del conocimiento.
2. Estableciese una gradación desde lo simple hacia lo complejo en la formulación y organización de los contenidos.
3. Explorase las ideas de las personas implicadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
4. Analizase el proceso de construcción de un determinado contenido (en este caso agua y ciclo de nutrientes como se muestra en los resultados).

Las unidades de información se organizan en función de tres categorías generales que se corresponden con cuatro pasos en ese itinerario metabólico: a) extracción de recursos y producción de bienes; b) consumo; y c) emisión y gestión de residuos. En cada uno de esos apartados se incluyen las actividades de transporte de materiales (sean materias primas, productos elaborados o residuos). Para asignar unidades de información a cada nivel, teniendo en cuenta la totalidad de las preguntas, se realizó una triangulación de los datos y revisión de la codificación entre los investigadores y autores de este trabajo, hasta llegar al 100% de acuerdo. Además, contemplamos la posibilidad de que existiesen niveles que no estarían representados por ninguna unidad de información, ausencia que, a su vez, también se trata de un dato útil, y que se complementarían definiendo ese nivel, aunque fuese de manera teórica.

**Tabla 2***Niveles de formulación de los contenidos desde una perspectiva de educación en y para el decrecimiento*

<b>Niveles (características comunes)</b>	<b>Extracción de recursos naturales y producción de bienes</b>	<b>Consumo</b>	<b>Emisión y gestión de los residuos</b>
<p>Nivel 1</p> <p>Hay una aproximación al mesocosmos pero centrada en los componentes más evidentes y próximos a la actividad cotidiana. Se manejan pocas variables y no aparece la idea de límite.</p> <p>No hay alusiones al microcosmos o al macrocosmos.</p>	<p>No se menciona ni la extracción ni el transporte de materias primas y, en el caso de mencionarlas, se reconocen las más básicas (agua, suelo...).</p> <p>No se establecen conexiones entre los recursos naturales y los bienes consumidos, como el caso de los insumos para la producción agrícola o el recorrido de los alimentos.</p>	<p>Se conoce la relación entre renta, compra-venta y consumo, tanto de bienes materiales (comercio) como de servicios (educación, sanidad...).</p> <p>Se reconoce la importancia del consumo saludable y empieza a cuestionarse el modelo de consumo.</p>	<p>Se mencionan los residuos domésticos (basura) y su contaminación, así como el problema del plástico, sin considerar otros como los GEI.</p> <p>Se conocen los primeros pasos en la gestión de los residuos domésticos, pero no temas como la descomposición de la materia orgánica (compostaje) o el reciclaje de plásticos y otros residuos.</p>
<p>Nivel 2</p> <p>Añade a lo anterior un mejor conocimiento de procesos meso menos evidentes. Se manejan más variables y más relaciones.</p> <p>No hay cambios notables respecto a lo micro y macro.</p>	<p>Se conoce la existencia de otros recursos (metales, madera...).</p> <p>Mayor conocimiento del uso de insumos en la producción de alimentos.</p> <p>Se conocen conexiones menos evidentes entre objetos de uso común y las materias primas que se requieren.</p>	<p>Se mencionan algunos problemas relativos al itinerario del agua o de los alimentos, pero se confunde alimentación saludable con ecológica, asumiéndose la idea de consumo responsable pero dissociada del concepto de límites biofísicos.</p>	<p>Se conoce el ciclo de la basura e incluso el compostaje, pero los residuos son entendidos solo como residuos sólidos.</p> <p>El problema de la contaminación es asociado a basura orgánica o a productos tóxicos.</p>
<p>Nivel 3</p> <p>Se incrementa el número de variables interconectadas (se establecen relaciones entre ámbitos antes disociados) y se comienzan a mencionar procesos micro y macro.</p>	<p>Aproximación a la noción de factor limitante y que la extracción y producción de bienes afecta a la biodiversidad, aunque sin relacionarla con el modelo socioeconómico industrial.</p> <p>Se comprende el papel de la energía fósil en la producción, transporte y distribución.</p>	<p>Se comprenden los «cuellos de botella» entre la producción y el consumo y se asocia éste con el control de la producción y distribución por parte de pocas multinacionales.</p> <p>Se reconoce que el consumismo está potenciado por la propaganda.</p> <p>Se diferencia consumo saludable de consumo ecológico.</p> <p>Se comienza a ver la relevancia de disminuir el transporte (compra en el pequeño comercio).</p>	<p>Se reconocen como residuos los GEI y el problema de la contaminación atmosférica y del cambio climático, así como sus consecuencias más evidentes.</p> <p>Se comienza a relacionar el compostaje con el ciclo de nutrientes de las plantas.</p>

<p>Nivel 4 Se adopta una visión más sistémica, con alusiones al micro o al macrocosmos (ciclo de nutrientes, evapotranspiración...)</p>	<p>Se reconoce que muchos de los recursos usados están llegando a su pico de producción, pero se confía en una solución tecnológica. No se asocia el choque con nuestros límites biofísicos con un cambio inevitable de la organización social.</p>	<p>Se entiende que hay que reducir el uso de recursos y el consumo, pero sin la necesidad de un cambio de organización social radical.</p>	<p>Se comprende el ciclo del C y su alteración por la acción humana, así como los procesos implicados (combustión, fotosíntesis, sumideros de C, etc.) y los cambios en los ciclos del P y del N.</p>
<p>Nivel 5 Se comprenden que simultáneamente se dan tanto procesos micro (procesos fisicoquímicos implicados tanto en el agua como en los alimentos) como macro (se cierran los ciclos, y se entiende la diferencia entre metabolismo lineal y circular). Se conectan los tres problemas ecosociales básicos (agotamiento recursos- cambio climático- disminución de la biodiversidad) con la idea de decrecimiento.</p>	<p>Se comprenden mejor las acciones a tomar para adaptar el uso de agua y alimentos al decrecimiento. Se reconoce que la única estrategia viable es el decrecimiento: producir menos dentro de un modelo de organización social ajustado a los ciclos y flujos de la biosfera.</p>	<p>Se reconoce que la única estrategia viable es el decrecimiento: consumir menos dentro de un modelo de organización social ajustado a los ciclos y flujos de la biosfera.</p>	<p>Se reconoce que la única estrategia viable es el decrecimiento: emitir menos y reciclar dentro de un modelo de organización social ajustado a los ciclos y flujos de la biosfera.</p>

### 3. Resultados

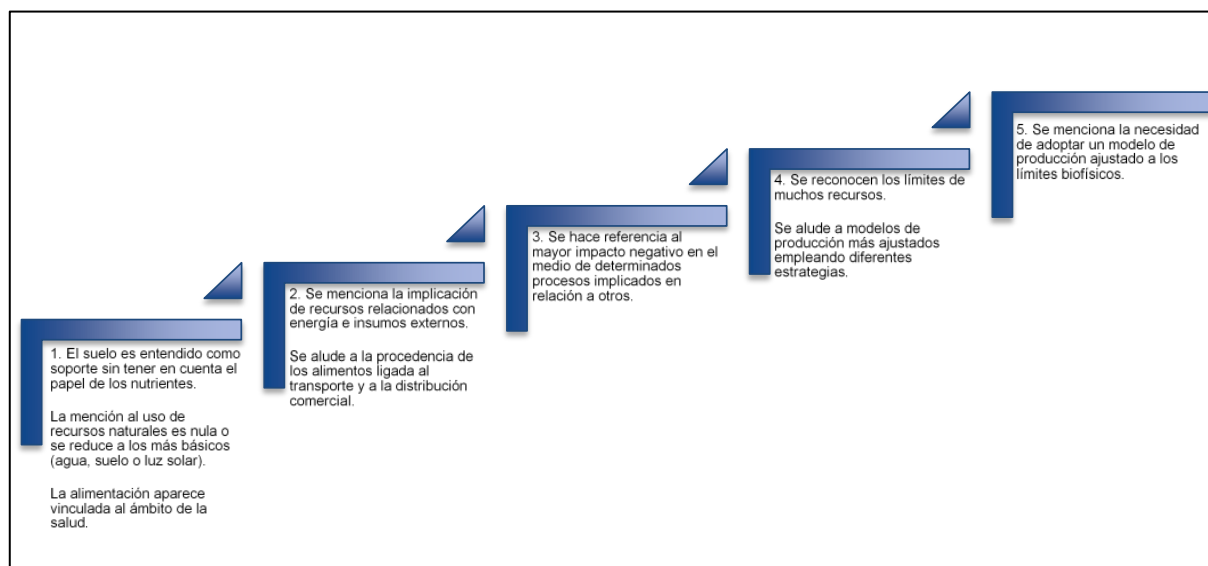
A continuación, presentamos los resultados obtenidos que permiten reformular la hipótesis de transición general presentada en la tabla 2, en relación con el ciclo de los nutrientes en la alimentación humana y con el uso del agua, ilustrando los niveles de formulación propuestos con unidades de información de las dos muestras utilizadas, marcando con una «C» las respuestas derivadas del profesorado en activo de los centros y con una «A» las del profesorado en formación inicial. Algunos niveles no se encuentran con ejemplos definiéndolo de manera teórica. Para presentar los resultados de una forma más visual, se ha utilizado la metáfora de la escalera, representado el escalón más alto el nivel deseable.

#### 3.1. Hipótesis de transición sobre el ciclo de nutrientes en la alimentación humana en el huerto ante la situación de emergencia climática

A continuación, se exponen los resultados relacionados con el ciclo de nutrientes en la alimentación teniendo en cuenta las categorías y niveles presentados en el apartado de metodología. En relación con la primera categoría referida al uso de insumos y proceso de producción de los alimentos, se presentan los diferentes niveles de menor a mayor complejidad en la figura 1.

**Figura 1**

*Hipótesis de transición sobre el uso de insumos y procesos de producción de los alimentos en un huerto ecológico*



Referido a esta categoría, en el nivel 1 no se encuentran unidades de información donde se manifieste la idea de la consideración del suelo como un mero soporte, algo que puede verse influido por el hecho de que tanto el profesorado en formación como los docentes de los centros educativos, han tenido una experiencia directa con el huerto, algo que les ha permitido conocer de cerca qué recursos resultan necesarios y el papel que tiene el suelo y esto, por tanto, les sitúa en un nivel más elevado de nuestra escalera.

Respecto al nivel 2, aparecen nociones vinculadas a la dependencia de recursos en el proceso tanto de producción y cultivo como de transporte y consumo en relación con la energía y al uso de insumos externos (abono, semillas, maquinaria agrícola...):

Utilizamos mulillas mecánicas y pequeñas herramientas. Se compra el compost (C.5).

En relación con el nivel 3, comienza a hacerse referencia a que, dependiendo del modelo de producción y cultivo, puede generarse un menor o mayor impacto en el medio (vinculados, por ejemplo, al uso de combustibles fósiles en el transporte o en la maquinaria agrícola, a la fabricación de plásticos o al uso de tóxicos derivados de químicos de síntesis), tal y como queda de manifiesto en la siguiente unidad de información:

Consumo de productos agrícolas responsable, respetando en todo momento los ciclos y flujos naturales. En este sentido, la permacultura resulta el modelo idóneo frente al industrial y el preindustrial (A.4).

En el nivel 4, empiezan a emerger nociones vinculadas al reconocimiento de los límites existentes en muchos recursos que se emplean en la producción y en el cultivo de alimentos. Asimismo, aparece la alusión a modelos de producción más ajustados a través de la aplicación de diferentes estrategias (el suelo como ecosistema, asociación y rotación de cultivos, biodiversidad de especies, banco de semillas propio, compostaje...), tal y como queda ejemplificado a continuación:

Puesto que los remedios que emplea, por ejemplo, en el tratamiento de las plagas, son naturales, supone el respeto de la biodiversidad, considerando también la complementariedad y asociación de plantas (A.4).

Intentamos usar semillas propias, ecológicas o provenientes del intercambio de semillas entre centros a través del programa aldea (C.12).

Para finalizar, referido al último nivel de complejidad, se reconoce la necesidad de apostar por un modelo agrícola que adopte estrategias basadas en el bajo uso y máximo aprovechamiento de los recursos naturales a través de un modelo de producción que se ajuste a los límites biofísicos del planeta.

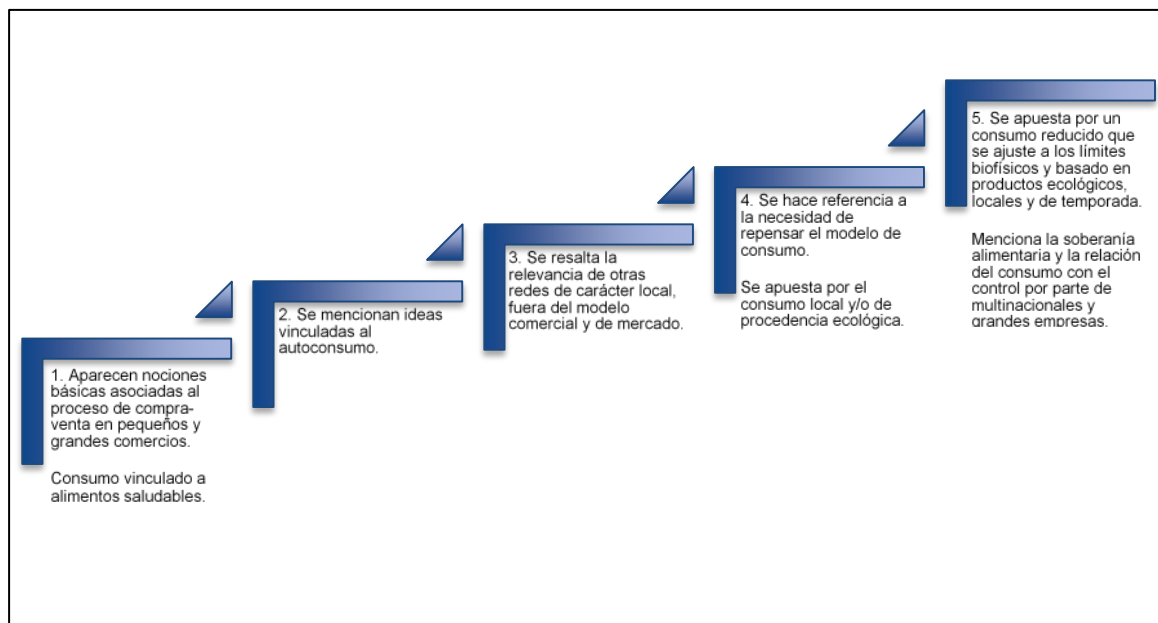
Nuestro propósito es conseguir que el cultivo se ajuste a los ritmos naturales de la naturaleza sin intervenir en él aprovechando al máximo (A.11).

En relación con la segunda categoría vinculada al consumo de alimentos, se presentan los diferentes niveles de menor a mayor complejidad en la figura 2.



**Figura 2**

*Hipótesis de transición sobre el consumo de alimentos en un huerto ecológico*



Respecto a la categoría vinculada al consumo de alimentos, en el primer nivel emergen ideas muy básicas acerca del proceso de compra y venta en pequeños comercios, apareciendo nociones basadas en la relevancia del consumo de alimentos saludables, tal y como se manifiesta en la siguiente afirmación:

Para acercar más a los niños y niñas a una alimentación saludable (C.10).

En relación con el nivel 2, las ideas que emergen aparecen vinculadas al autoconsumo de los alimentos, siendo unidades de información representativas las siguientes:

Los niños y niñas se lo llevan a casa o hacemos una degustación de comidas que hacen en familia y la traen al cole (C.15).

La producción será para los niños y niñas (autoconsumo) (A.13).

Respecto al tercer nivel, empieza a mencionarse el hecho de que determinados alimentos y modelos de consumo, pueden generar un impacto negativo en el medio. Además, surgen unidades de información donde se resalta la relevancia de otras redes, de carácter local, de producción y de consumo fuera del modelo de mercado imperante:

El AMPA gestiona un mercadillo solidario (C.13).

Referido al nivel 4, se reconoce que mantener el consumo actual es inviable y se apuesta por repensar la alimentación (productos de temporada, reducir la ingesta de productos animales...) y por el consumo local y/o de procedencia ecológica, yendo más allá de reflexionar sobre la alimentación desde una perspectiva saludable. El hecho de que en ningún momento se les plantearan cuestiones vinculadas directamente a repensar el modelo de consumo de alimentos, puede haber provocado que en esta categoría algunos niveles no incluyan demasiadas unidades de información representativas o que, tal y como sucede en este nivel, no aparezca ninguna.

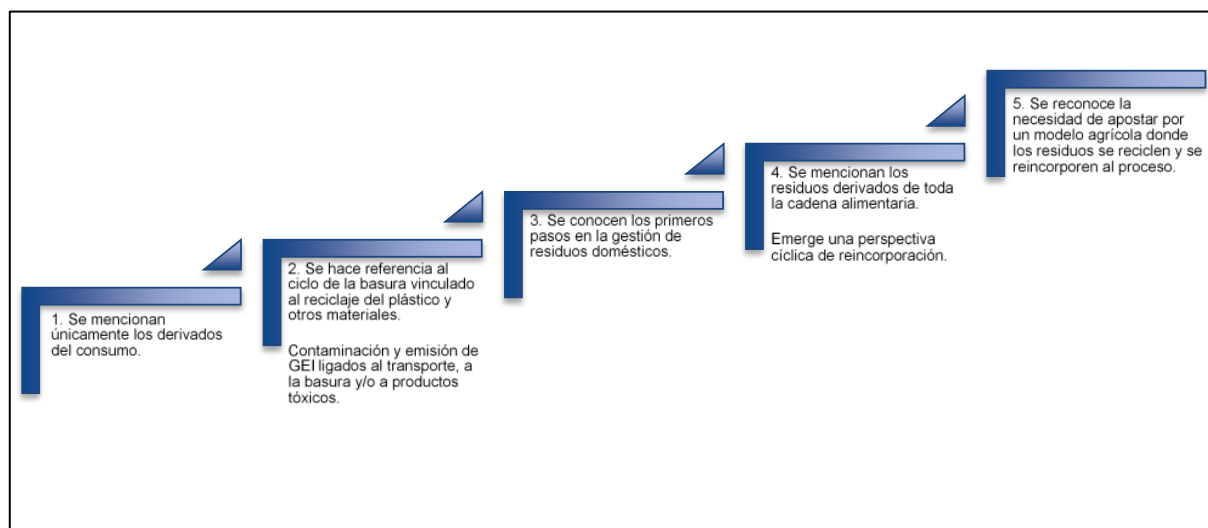
Para finalizar, en el nivel 5 se encuentran ideas vinculadas al reconocimiento de la necesidad de apostar por un consumo reducido, ajustado a los límites biofísicos, optando por un modelo agrícola basado en el consumo de productos ecológicos, locales y de temporada, tal y como puede reflejarse en la siguiente unidad de información:

Plantar como elemento fundamental para la supervivencia (C.13).

En relación con la tercera categoría vinculada a la emisión de residuos en la alimentación, se presentan los siguientes niveles de complejidad en la figura 3.

### Figura 3

*Hipótesis de transición sobre la emisión de residuos en la alimentación en un huerto ecológico*



Referido al primer nivel, se mencionan únicamente aquellos residuos generados del consumo de alimentos, es decir, aquellos vinculados a la basura o a los residuos plásticos, sin ser tenidos en cuenta los que se derivan en los procesos de cultivo, producción o recorrido de los alimentos, tal y como se afirma en la siguiente unidad de información donde se hace referencia los residuos generados en el huerto:

Recogemos los productos y arrancamos las matas que son quemadas (C.22).

En el nivel 2, empieza a mencionarse la presencia de residuos vinculados a la contaminación atmosférica y/o a productos tóxicos, así como a la emisión de GEI ligados al transporte. Además, emergen nociones relacionadas con el ciclo de la basura, haciéndose referencia a la gestión de residuos (reciclaje) derivados de los envoltorios de plástico y de otros materiales (papel, cartón...), siendo un ejemplo evidente la siguiente unidad de información:

Este último contamina más [referido a la agricultura industrial], posee monocultivo, el transporte es a largas distancias, etc. (A.33)

Reciclamos todo aquello que podamos (A.3).

Relacionado con el nivel 3, se incluyen los primeros pasos en la gestión de residuos domésticos. No obstante, aunque aparezca el uso de composteros y el compostaje para «hacer mantillo/compost», se desconoce el proceso de descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes, así como el proceso de reciclaje que hay detrás de los plásticos y de otros residuos.

Los restos son tirados al contenedor orgánico, aunque la previsión es poder hacernos de un compostador (C.20).

En el cuarto nivel, las ideas que aparecen hacen referencia a los residuos durante toda la cadena alimentaria, no solo derivados del consumo, sino también en su producción y cultivo, de tal forma que empieza a emerger la consideración del uso de los residuos desde una perspectiva cíclica de reincorporación.

Además, empiezan a aparecer nociones relacionadas con la nitrificación y el agotamiento de los acuíferos y de los combustibles fósiles, así como otras vinculadas al ciclo del carbono y su alteración por la acción humana, tal y como se evidencia en las siguientes unidades de información:

Contempla los procedimientos de acolchado y compostaje, contribuyendo a un buen aprovechamiento de los residuos orgánicos (A.4).

Lo aprovechamos en la compostera y se abona cuando es necesario, un par de veces durante el curso escolar (C.4).

Para finalizar, en relación con el nivel 5, se reconoce que la única estrategia viable es producir menos residuos optando por un modelo agrícola que apueste por el reciclaje y la reincorporación al proceso de todos aquellos residuos que se puedan llegar a producir:

Apostar por un compostaje como transporte vertical y cíclico y, un acolchado para abonar el suelo mediante paja, hojas... (A.11).

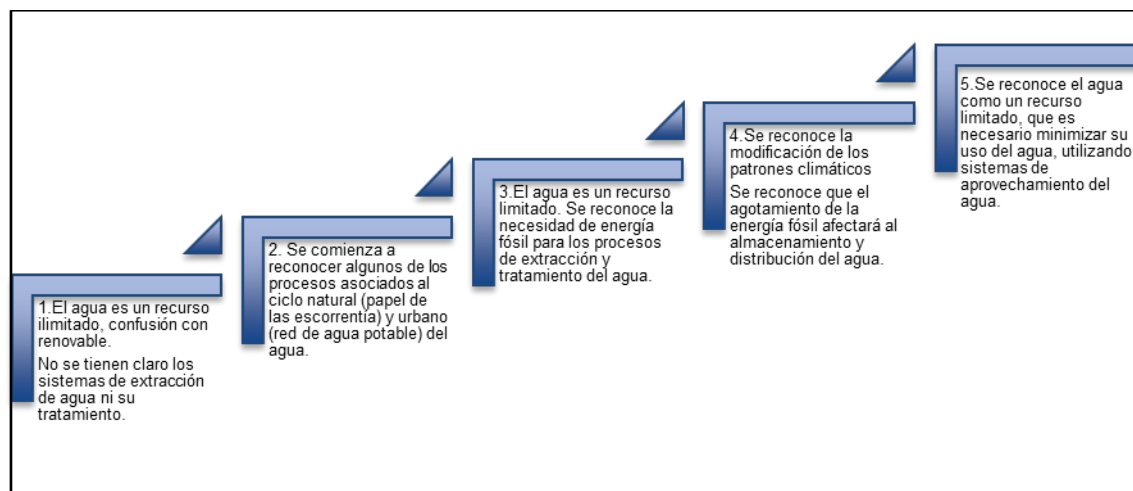
### 3.2. Hipótesis de transición sobre el papel del agua en el huerto ante la situación de emergencia climática

A continuación, se exponen los resultados relacionados con el papel del agua teniendo en cuenta las categorías y niveles presentados en el apartado de metodología.

En relación con la primera categoría, extracción y tratamiento del agua, se presentan en la figura 4, los 5 niveles organizados de menor a mayor complejidad.

**Figura 4**

*Hipótesis de transición sobre la extracción y tratamiento del agua en un huerto ecológico*



Respecto al nivel 1, referido a la consideración del agua como un recurso renovable y, por tanto, entendido como ilimitado, no se han encontrado unidades de información. No se suelen conocer los sistemas de extracción ni de tratamiento del agua y hay un desconocimiento en las relaciones que se producen entre el ciclo natural (acuíferos) y el ciclo urbano del agua (potabilización, almacenamiento y distribución).

En relación con el nivel 2, se comienza a reconocer algunos de los procesos asociados al ciclo natural (papel de las escorrentías) y urbano (red de agua potable) del agua, planteando propuestas de aprovechamiento:

Aprovecha el agua de la lluvia y la escorrentía (ahorrando agua) (A.1).

Referido al nivel 3, se considera el agua como un recurso limitado, siendo esencial la utilización sistemas de recogida de agua de lluvia (aljibes, tejados...) y el papel de los acuíferos:

Aprovecha el agua de las lluvias para el regadío, a través del acolchado (A.13).

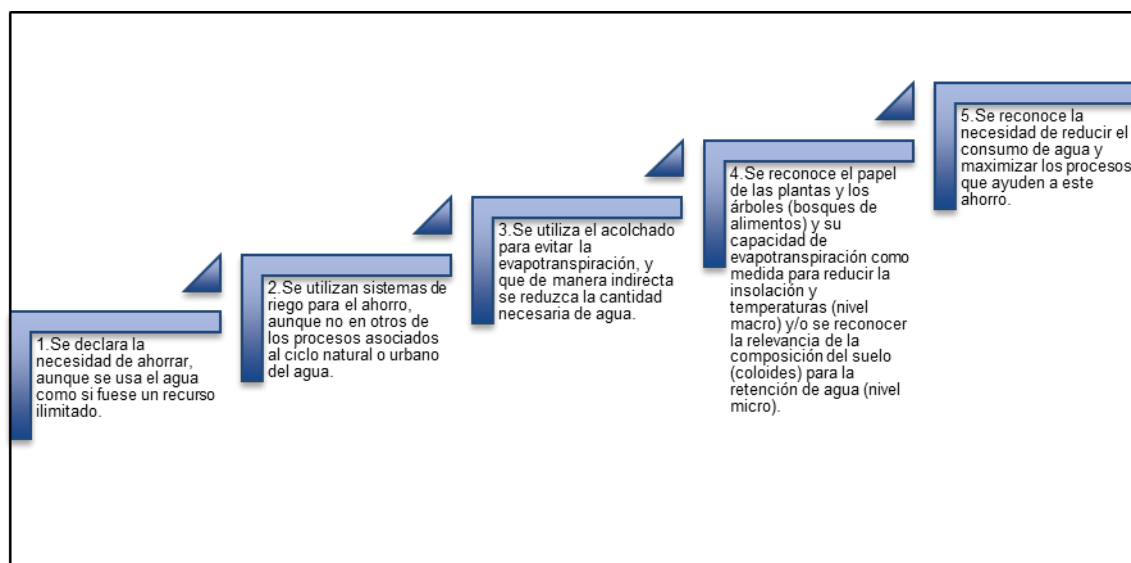
También se reconoce la necesidad de energía fósil para los procesos de extracción y tratamiento del agua (perforación de pozos, bombeo, fabricación de tuberías, etc.).

Respecto al nivel 4 y nivel 5 (deseable), no encontramos unidades de información en las muestras utilizadas, pero consideramos relevante pasar del reconocimiento de la modificación de los patrones climáticos (sequías o inundaciones,) como consecuencias del cambio climático a un nivel deseable que reconoce el papel del agua como un recurso limitado, que es necesario minimizar su uso, utilizando sistemas de aprovechamiento del agua.

Referido a la segunda categoría, consumo de agua, se establecen 5 niveles como se muestran en la figura 5.

**Figura 5**

*Hipótesis de transición sobre el consumo del agua en un huerto ecológico*



Respecto al nivel 1, encontramos en el caso de los centros escolares que, aunque indican que es un huerto escolar ecológico, no utilizan ningún sistema para el ahorro del agua, haciéndolo de manera directa a través de mangueras, regaderas, etc. (C.1) y en el caso del alumnado indican que el riego se puede realizar manualmente (A.7).

En relación con el nivel 2, la utilización de sistemas de riego para el ahorro se hace en 7 de los centros con los que se ha trabajado, siendo el «riego por goteo» el más nombrado. En el caso del alumnado, indican que:

Utilizar varios tipos de riego, como el manual que significa regar manualmente con una regadera o con una manguera o riego automático como el riego por goteo que son los más eficientes y por lo tanto más ecológicos porque se desperdicia menos agua (A.37).

Referido al nivel 3, la utilización de sistemas como el acolchado que evita la evapotranspiración, y que de manera indirecta hace que se reduzca la cantidad necesaria de agua, es una acción relevante en un huerto ecológico. En este nivel, se posicionan tanto los centros como el alumnado, teniendo respuestas como las que siguen:

Se acolcha con los restos de las plantas recolectadas (C.2).

Aprovecha el agua de las lluvias para el regadío, a través del acolchado (A.13).

Respecto al nivel 4, encontramos que algunos centros educativos declaran que tienen árboles frutales u otro tipo de árboles en sus centros, pero no justifican el papel que cumplen en el huerto, si es para la recogida de frutos o también se reconoce el papel de las plantas y los árboles (bosques de alimentos) y su capacidad de evapotranspiración como medida para reducir la insolación y temperaturas, es decir, el papel a nivel macro en el que actúan las plantas en el ciclo del carbono. En este nivel, también se considera relevante la composición del suelo, a través de los coloides para la retención del agua, dando importancia a los aspectos micro del ciclo del carbono. Algunos alumnos indican el papel del acolchado para mejorar este proceso:

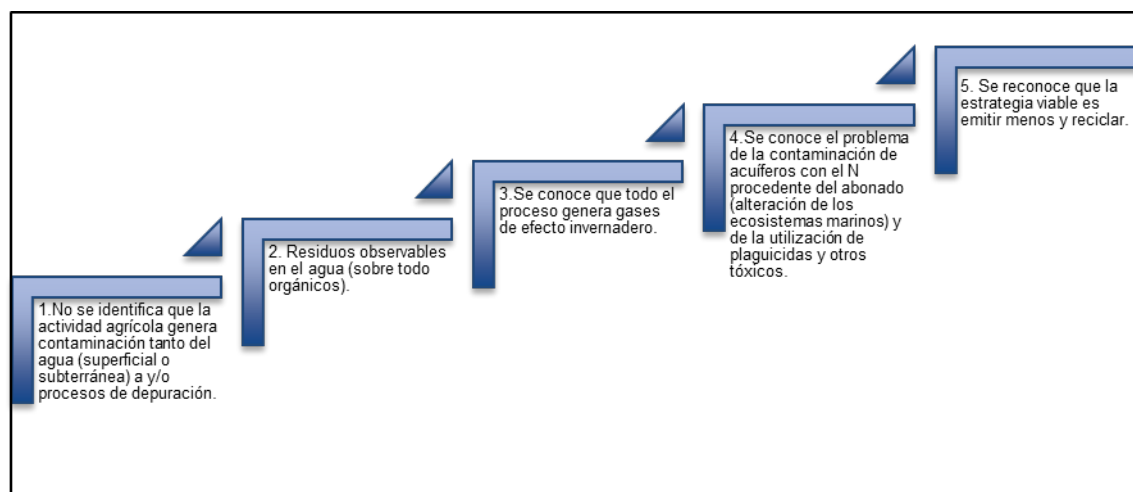
Para mantener la humedad de la tierra también aplicaríamos el acolchado ya fuera empleando restos secos de plantas o papel triturado (A.55).

No se encuentran planteamientos y alternativas que integren los niveles anteriores, luego es esencial que trabajemos con nuestros huertos el papel del agua para llegar a este nivel deseable, en el que se reconozca la necesidad de reducir el consumo de agua, maximizando los procesos que ayuden a este ahorro.

La última categoría abordada respecto al agua es la relacionada con los residuos que se generan, para ello mostramos en la figura 6 la hipótesis de transición sobre los residuos generados por el uso del agua.

**Figura 6**

*Hipótesis de transición sobre los residuos generados por el uso del agua en un huerto ecológico*



Los niveles 1, 2 y 3, se han creado tras el análisis de los trabajos de Fernández-Arroyo (2012) y Cano (2008), ya que no hay unidades de información que se pudiesen categorizar en estos niveles.

Respecto al nivel 4, se conoce el problema de la contaminación de los acuíferos lo que puede provocar contaminación de los acuíferos y alteración de diversos ecosistemas, siete de los 22 centros indican de manera explícita que optan por la utilización de productos naturales y con poco impacto, o su no utilización:

No usamos ningún tipo de pesticida (C.10).

No usamos productos químicos para sus cuidados y usamos herbicidas naturales como limón y ajo contra el pulgón (C.13).

En relación con el nivel 5, se considera como nivel deseable aquel que reconoce como estrategia más viable la disminución de los residuos (sólidos, líquidos y emisiones) y cerrar el ciclo del agua, a través del reciclaje.

#### 4. Conclusiones

En los resultados hemos reseñado diferentes niveles de formulación de los contenidos derivados de las concepciones que manifiestan las personas de las muestras consideradas. Por este motivo, podemos concluir que se ha constatado que la utilización de las hipótesis de transición es un instrumento útil y coherente con los resultados de otros trabajos, como los de Fernández-Arroyo (2012) y Cano (2008), debido a que se han vinculado con unidades de información la mayoría de los niveles propuestos. Asimismo, consideramos que los que no han sido representados, podemos considerarlo como una oportunidad para seguir investigando en esta línea y poder completar estas hipótesis.

Consideramos que los resultados manifiestan la necesidad de trabajar en torno a un huerto educativo, con un modelo agrícola concreto que trabaje aquellas variables que puedan dar respuestas a la situación de crisis ecosocial en la que vivimos. En relación con los nutrientes, si encontramos respuestas que se relacionan con un metabolismo ecosistémico, sin embargo, en relación al agua es muy escasa o nula.

Por otro lado, observamos que la utilización del huerto, para trabajar desde una perspectiva de educación en y para el decrecimiento tanto en la formación inicial como en la formación permanente del profesorado, es posible. El huerto, por ende, se convierte en excusa, medio o recurso que es capaz de facilitar determinados contenidos y de poder formar a la ciudadanía en la resiliencia y en la adaptación a los inminentes cambios asociados a la crisis ecosocial.

Aun así, se considera este trabajo como un primer paso para establecer relaciones reales entre los huertos educativos y el cambio climático, reconociendo la necesidad de trabajar más en este ámbito para profundizar en estas ideas. Este trabajo presenta algunas limitaciones ya que, por ejemplo, consideramos que quizá podría haber resultado útil incluir cuestiones, tanto en el guion de reflexión en formación inicial docente como en el cuestionario destinado al profesorado en activo, vinculadas más específicamente al modelo de consumo e, incluso, a determinados indicadores o variables que parecen no estar representadas en los resultados obtenidos (por ejemplo, contaminación del agua o emisión de GEI), pues esto podría ayudarnos a conformar una visión mucho más compleja acerca de la temática que se pretende abordar.

Por último, como indicábamos al inicio de este trabajo, las hipótesis de transición obtenidas, además de servir de instrumento para categorizar las ideas del alumnado, pueden utilizarse para preparar futuros itinerarios de actividades o propuestas de intervención. Atendiendo a esto, presentamos un conjunto de indicadores que se refieren al nivel de conocimiento deseable (nivel 5) que puede ayudar a su elaboración:

1. Indicadores relacionados con las emisiones de GEI: disminución de las emisiones asociadas a) al transporte de materiales, tanto de insumos (no es lo mismo producir in situ el compost que traerlo de fuera), como de los propios alimentos producidos (itinerario que siguen los alimentos); b) al bombeo del agua de riego o el uso de materiales de riego que requieren fabricación y transporte (por ejemplo, tuberías de goteo); c) al uso de maquinaria agrícola; d) a la energía invertida en el laboreo anual de la tierra o en el uso de abonos industriales y de productos fitosanitarios que hay que fabricar y transportar (con su correspondiente huella de carbono); y e) a un mal compostaje, que produce procesos de descomposición anaerobios que generan metano.

2. Indicadores relacionados con la fijación y retención de carbono: a) mantenimiento de suelos ricos en C (el suelo como sumidero de C); y b) fijación y retención de C (las plantas como sumideros de C) con arbustos (vegetación de setos, aromáticas...) y árboles (bosque de alimentos que incluye tanto frutales como plantas de sombra caducifolias) en el huerto. Estas estrategias de fijación y retención de C suponen un cambio de perspectiva: la transición desde un metabolismo lineal (propio de la agricultura industrial) a otro circular (agricultura ecológica) maximizando el reciclaje de nutrientes mediante el compostaje y, sobretodo, considerando al suelo como un ecosistema que hay que mantener y dejar evolucionar, lo que cuestiona actuaciones como el arado, la quema de materia orgánica «sobrante» (rastros) o el uso de sustancias contaminantes, acciones que conllevan la destrucción de la estructura del suelo y de su biodiversidad.

3. Indicadores relacionados con la adaptación a una situación de menor disponibilidad de agua (sequías) y al incremento de la frecuencia de eventos meteorológico extremos, como olas de calor o lluvias torrenciales: a) mayor capacidad de captación y retención del agua de lluvia (aljibes para el agua de lluvia, suelo que facilita la infiltración, acolchado, bosque de alimentos...); b) disminución de la escorrentía y de la erosión (orientación de los bancales, zanjas y setos perimetrales, estanques de decantación con filtro de sedimentos...); c) reducción del agua de riego disminuyendo la evapotranspiración (suelos con una composición rica en coloides que retengan agua, acolchado que crea un microclima húmedo y que evita el impacto y la compactación provocada por las gotas de agua de lluvia, bosque de alimentos que disminuye la insolación en primavera-verano o setos que frenen el viento), evitando el agotamiento de los acuíferos y de su contaminación por nitrógeno o fósforo (alteración de los correspondientes ciclos biogeoquímicos); y d) uso de plantas que requieran poco agua (por ejemplo, el mijo podría sustituir al trigo, o el olivo o el almendro a otros árboles frutales).

4. Indicadores relacionados con la compensación de la disminución de la biodiversidad provocada por el cambio climático: a) diseño biodiverso del territorio (con paisaje en mosaico de ecosistemas complementarios: huerto con setos y bosque de alimentos, pastizal, área forestal...) que evite la desertización y mantenga la biodiversidad ecosistémica; b) uso de la biodiversidad de especies y de variantes dentro de cada especie, como un seguro ante situaciones inciertas: policultivo (entre bancales y dentro de cada bancal), rotación, uso de las sinergias y de la complementariedad entre especies y de plantas que utilicen diferentes estratos verticales tanto en el suelo (obtención de nutrientes en profundidades) como en el aire (máximo aprovechamiento de la luz solar); c) control biológico de plagas y uso de plaguicidas naturales que preserven la biodiversidad; d) mantenimiento del ecosistema suelo y de los descomponedores; y e) utilización de hoteles de insectos y de plantas útiles para atraer y refugiar insectos beneficiosos.

5. Indicadores relacionados con la resolución colectiva, autónoma y autosuficiente de los problemas relativos a la alimentación humana, consecuencia del cambio climático: a) desarrollo de la capacidad de investigar, asociada a la creatividad y al espíritu crítico; b) desarrollo de la capacidad de trabajo cooperativo; c) desarrollo de la autonomía y de la confianza en las propias competencias para resolver problemas; y d) desarrollo, en definitiva, de un pensamiento más complejo (sistémico, no reduccionista, multiperspectivista) asociado a la alfabetización científica.

## Referencias

- Acosta, A. y Ulrich, B. (2018). *Salidas del laberinto capitalista. Decrecimiento y postextractivismo*. Icaria Editorial.
- Aragón, L. (2019). ¿Desde qué perspectiva diseñamos nuestro huerto? Aproximación a la Agroecología desde la formación inicial del profesorado. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1(2). [https://doi.org/https://doi.org/10.25267/Rev\\_educ\\_ambient\\_sostenibilidad.2019.v1.i2.2201](https://doi.org/https://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2019.v1.i2.2201)

- Assadourian, E. (2017). Educación ecosocial: cómo educar frente a la crisis ecológica. En The Worldwatch Institute, *Educación Ecosocial: cómo educar frente a la crisis ecológica. La Situación del Mundo* (pp. 25-47). FUHEM Ecosocial, Icaria.
- Barrón-Ruiz, Á. y Muñoz-Rodríguez, J.M. (2015). Fraguando Espacios Socioeducativos en y para la Sostenibilidad. *Foro de Educación*, 13(19), 213-239.
- Botella-Nicolas, A.M., Hurtado-Soler, A. y Cantó-Doménech, J. (2017). El huerto escolar como herramienta innovadora que contribuye a desarrollo competencial del estudiante universitario. Una propuesta multidisciplinar. *Vinat Academia Revista de Comunicación*, 139, 19-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.15178/va.2017.139.19-31>
- Cano, M.I (2008). *La construcción del conocimiento relevante y significativo sobre la contaminación del agua. Una investigación cualitativa en 4º de ESO* [Tesis Doctoral Inédita, Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/handle/11441/82999>
- Ceballos M., Escobar T. y Vílchez J.E. (2014). El huerto escolar: percepción de futuros maestros sobre su utilidad didáctica. En APICE (Comp.) 26 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y segunda Escuela de Doctorado* (pp. 285-292). Universidad de Huelva.
- Conde, M.C., Mariscal, P. y Sánchez, J.S. (2019). La metodología en el trabajo de huerto escolar y coherencia con la ambientalización curricular. Análisis de una práctica docente. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 35, 113-126. <https://doi.org/10.7203/dces.35.12799>
- Creswell, J.W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage Publications.
- Daly, H., Vettese, T., Pollin, R., Burton, M. & Somerville, P. (2019). *Decrecimiento vs Green New Deal*. Traficante de Sueños.
- Desmond, D., Grieshop, J. & Subramaniam, A. (2004). *Revisiting garden-based learning in basic education: Philosophical roots, historical foundations, best practices and products, impacts, outcomes and future directions*. Roma-París: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and International Institute for Educational Planning.
- Eugenio-Gozalbo, M. y Aragón-Núñez, L. (2016). Experiencias en torno al huerto ecológico como recurso didáctico y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros/as de Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 667-679. <https://doi.org/10498/18504>
- Eugenio-Gozalbo, M., Ramos-Truchero, G. y Vallés-Rapp, C. (2019). Huertos universitarios: dimensiones de aprendizaje percibidas por los futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 37(3), 111-127. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2657>
- Fernández, R. y González, L. (2014). *En la espiral de la energía*. Libros en acción.
- Fernández-Arroyo, J. (2012). *La construcción del conocimiento sobre la gestión y la contaminación del agua: Concepciones del alumnado de Primero de Bachillerato* [Tesis Doctoral Inédita, Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/handle/11441/24029>
- Fernández-Morilla, M., Fuertes, M.T. y Albareda, S. (2015). Sostenibilización curricular en la educación superior: propuesta metodológica. *Opción*, 31(6), 284-304.
- García, J.E., Rodríguez Marín, F., Fernández-Arroyo, J. y Puig, M. (2019). Más allá de la sostenibilidad: por una Educación Ambiental que incremente la resiliencia de la población ante el decrecimiento. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1(1), 1101-1115. [http://doi.org/10.25267/Rev\\_educ\\_ambient\\_sostenibilidad.2019.v1.i1.1101](http://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2019.v1.i1.1101)
- García-Pérez, F.F. y Porlán, R. (2000). El proyecto IRES (Investigación y renovación escolar). *Biblio3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 5(205). <https://doi.org/10.1344/b3w.5.2000.24797>
- García-Pérez, F.F. y Porlán, R. (2017). Los principios didácticos y el modelo didáctico personal. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 93-104). Morata.
- Gunckel K.L., Mohan L., Covitt B.A. & Anderson C.W. (2012). Addressing Challenges in Developing Learning Progressions For Environmental Science Literacy. I Alonzo A.C., Gotwals A.W. (eds) *Learning Progressions in Science* (pp. 39-75) Sense Publishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7_4)
- Herruzo, R. (2020). *¿Es el huerto escolar ecológico una propuesta didáctica presente en los centros de educación infantil (3-6 años) de la provincia de Sevilla?* [Trabajo de Fin de Grado inédito, Universidad de Sevilla].
- Holmgren, D. (2013). *Permacultura: principios y senderos más allá de la sustentabilidad*. Kaicron.
- López-Lozano, L.; Rodríguez-Marín, F; Guerrero-Fernández, A. y Nieto, M. (2021). ¿Es ecológico mi huerto escolar? Variables que contemplan los estudiantes del Grado de Educación Infantil. En 29 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.133-140). Universidad de Córdoba y APICE.
- Margalef, R. (1974). *Ecología*. Omega.
- Odum, E.P. (1972). *Fundamentos de Ecología*. Interamericana.

- Prats, F., Herrero, Y. y Torrego, A. (2016). *La gran encrucijada sobre la crisis ecosocial y el cambio de ciclo histórico*. Libros en acción.
- Riechman, J. (2020). *Otro fin del mundo es posible, decían los compañeros*. MRA Ediciones.
- Rivero, A., Martín Del Pozo, R., Solís, E. y Porlán, R. (2017). *Didáctica de las ciencias para maestros*. Síntesis.
- Rodríguez-Marín, F., Fernández-Arroyo, J. y García Díaz, J. E. (2014). Las Hipótesis de Transición como herramienta didáctica para la Educación Ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 303-318. <http://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1137>
- Rodríguez-Rodríguez, B. y Sánchez-Andrés, L. (2018). *¿Es el huerto escolar ecológico una propuesta didáctica presente en las escuelas infantiles (0-3 años) de la provincia de Sevilla?* [Trabajo Fin de Grado Inédito, Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/handle/11441/81817>
- Roth, C.E. (1992). Environmental Literacy: Its Roots, Evolution and Directions in the 1990s. *ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED348235.pdf>
- Sellmann, D. & Bogner, F.X. (2013). Climate Change Education: Quantitatively Assessing the Impact of a Botanical Garden as an Informal Learning Environment. *Environmental Education Research*, 19(4), 415-429. <https://doi.org/10.1080/13504622.2012.700696>
- Sempere, J. (2018). *Las cenizas de Prometeo: Transmisión energética y socialismo*. Pasado y presente.
- Stables, A. & Bishop, K. (2001). Weak and Strong Conceptions of Environmental Literacy. *Environmental Education Research*, 7(1), 89-97. <https://doi.org/10.1080/13504620125643>
- Taibo, C. (2017). *Colapso. Capitalismo terminal, transición ecosocial, ecofascismo*. Los Libros de la Catarata.
- Tuncer, G., Tekkaya, C., Sungur, S., Cakiroglu, J., Ertepinar, H. & Kaplowitz, M. (2009). Assessing pre-service teachers' environmental literacy in Turkey as a mean to develop teacher education programs. *International Journal of Educational Development*, 29(4), 426-436. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2008.10.003>
- Turiel, A. (2020). *Petrocalípsis. Crisis energética y cómo (no) la vamos a solucionar*. Alfabeto.