

ARTÍCULO ORIGINAL

# Ecosistemas digitales sostenibles: Una propuesta ecológica para la transformación digital

## *Sustainable digital ecosystems: An ecological proposal for digital transformation*

Liudmila Báez Sánchez  
liudmibs@gmail.com

OBSERVATORIO DE GOBIERNO DIGITAL – UNIVERSIDAD DE LA HABANA, CUBA

Recibido: 2023-11-06 • Aceptado: 2023-12-25

### RESUMEN

Se realiza un acercamiento teórico conceptual sobre la transformación digital (TD), enfatizando en factores externos, fases e imperativos estratégicos que la determinan. Se introduce el enfoque ecológico y se exponen los aspectos teóricos sobre la ecología digital y su impacto para la transformación. Se analiza su contribución al análisis del fenómeno en los ecosistemas digitales y se definen sus componentes, cualidades y propiedades, para determinar los atributos de valor desde la perspectiva ecológica. Finalmente, se exploran los principios comunes que hacen converger la transformación digital y la transición ecológica, en una apuesta por la obtención de evidencias de la sostenibilidad de los ecosistemas digitales.

**Palabras clave:** ecología digital, desarrollo sostenible, sostenibilidad, transformación digital.

### ABSTRACT

*A conceptual theoretical approach on digital transformation is made, emphasizing on the external factors, phases and strategic imperatives that determine it. The ecological approach is introduced, exposing the theoretical aspects of digital ecology and its impact on transformation. Its contribution to the analysis of the phenomenon in digital ecosystems is analyzed; defining its components, qualities and properties, to determine the attributes of value from the ecological perspective. Finally, the common principles that converge digital transformation and ecological transition are explored, in a bid to obtain evidence of the sustainability of digital ecosystems.*

**Keywords:** digital ecology, sustainable development, sustainability, digital transformation.

## INTRODUCCIÓN

Las innovaciones tecnológicas han alterado de manera radical el panorama social, la vida laboral, las relaciones humanas y el comportamiento en sentido general de las personas. El término «transformación digital» (TD) se repite una y otra vez, y pareciera estar de moda. Desde todos los ámbitos se debaten los beneficios y las consecuencias relacionados con este fenómeno; sin embargo, todavía permanece la discusión sobre una conceptualización adecuada y las distinciones selectivas entre términos que aún se solapan.

Durante las dos últimas décadas, la investigación sobre TD ha ido en constante aumento, con un amplio abanico de temas que abordan desde los aspectos tecnológicos hasta los organizativos. Así, se distinguen en la literatura los diferentes enfoques desde los que se analiza la TD, mostrando la diversidad de perspectivas existentes que marcan su naturaleza multidisciplinar; pero que al mismo tiempo dificultan arribar a un concepto definitivo del término.

En ese sentido, se distinguen en la producción científica tres aristas o corrientes investigativas preponderantes orientadas a los niveles de análisis empresarial, tecnológico e institucional-social (Kraus et al., 2021). Es en esta última que se insertan las investigaciones correspondientes a una perspectiva emergente, que pretende redimensionar la mirada hacia la TD desde una postura ecológica.

Este enfoque, desde el cual se pondera al sujeto por encima de los artefactos tecnológicos, reorienta el punto focal en torno a las capacidades de transformar la sociedad de manera innovadora, haciendo uso racional y eficiente de los recursos económicos y naturales de que se dispone. Así, la cuestión se dirime hoy en cómo aprovechar y acelerar el proceso de transformación digital de manera sostenible, entendiendo la sostenibilidad como «[...] el desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades» (UN Brundtland Commission, 1987).

Esta filosofía que refrenda una postura holística, consciente y compleja, ofrece una visión más comprometida en el plano social que las miradas clásicas sobre TD. Es por ello que se convierte en foco de interés de la academia, en eje de las empresas líderes y en tema cimero de la agenda de muchos gobiernos. En correspondencia, se distingue también en la literatura las expectativas crecientes acerca de la contribución de la transformación digital con fines de sostenibilidad, en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de Naciones Unidas (ONU) (Del Río Castro et al., 2021).

Aun así, algunos autores reconocen el enfoque ecológico como un campo insuficientemente explorado en su aplicación al fenómeno de la TD (George et al., 2020; Merrill et al., 2019), cuya orientación académica requiere atención por las implicaciones directas que tiene en los procesos reguladores, en términos de elaboración de políticas y creación de estrategias eficaces (Guandalini, 2022).

Para George et al. (2019), la convergencia de la sostenibilidad y la TD está empezando a ganar atención en los sectores público y privado; pero aún tiene que impulsar una investigación académica sistemática y rigurosa. Aunque un número creciente de científicos sociales se ocupa de la inclusión, la gestión de los recursos naturales y los grandes retos de la sociedad, los estudiosos de la gestión aún tienen que adoptar la urgencia del cambio climático y el desarrollo sostenible en su trabajo.

Por tanto, ante tal panorama, la transición inevitable a una TD de la sociedad se reconoce a través del término «imperativo digital» (George et al., 2020), de ahí que adoptar una voluntad ética consciente en ese proceso transformador, redundará en una conciliación entre los retos de la ecología digital y las prácticas de innovación de las tecnologías digitales en pos del desarrollo social.

Este artículo se suma al debate actual sobre transformación digital sostenible y pretende contribuir a clarificar desde la academia su relación con la ecología. En este caso, se empieza por exponer y definir los presupuestos de la TD, revisando la bibliografía y los trabajos académicos existentes. Además, se exponen los aspectos teóricos sobre la ecología digital y su impacto para la transformación, así como su contribución al análisis del fenómeno en los ecosistemas digitales, definiéndose componentes, cualidades y propiedades de estos. Finalmente, se exploran los principios comunes que hacen converger la TD y la transición ecológica, en una apuesta por la obtención de evidencias de la sostenibilidad y sustentabilidad de los ecosistemas digitales.

## **METODOLOGÍA**

Para arribar a los objetivos de este estudio, se examina la literatura sobre TD y ecología digital, utilizando un enfoque sistemático para revisar cerca de cien materiales entre artículos, libros, tesis y otros recursos digitales publicados hasta 2023.

Es un estudio de tipo exploratorio, porque no existen antecedentes de esta propuesta en el contexto donde se inserta. Para su abordaje se requiere una aproximación de tipo ecosistémica, que pondera una visión socioética del fenómeno, de ahí que el objetivo cimero de la investigación sea identificar los fundamentos teóricos-metodológicos para el diseño de ecosistemas digitales sustentables y sostenibles, en el marco de la TD.

Se plantea como pregunta esencial: ¿Cuáles son los principios esenciales para la concepción de una transformación digital ecológica que impacte en ecosistemas digitales sostenibles y sustentables? Para responder se han planteado los objetivos siguientes:

1. Definir los presupuestos teóricos conceptuales sobre la TD.
2. Examinar los principios de la ecología digital y su contribución al análisis de los ecosistemas digitales.
3. Describir componentes, cualidades y propiedades de los ecosistemas digitales, en el marco de una transformación digital ecológica.
4. Determinar los vértices convergentes entre TD y ecología digital, que develan una transición hacia la sostenibilidad de los ecosistemas digitales.

Entonces, en el estudio se ha empleado el método cualitativo para interpretar diferentes dimensiones del contexto de investigación, aunque sin desechar el método cuantitativo. Además, se apoya en el método descriptivo para analizar los datos reunidos y discernir los aspectos relacionados entre sí.

La técnica fundamental utilizada para la recolección de información es el análisis documental clásico para los aspectos teórico-conceptuales y metodológicos, a través de la cual se logró establecer el marco teórico conceptual sobre TD y ecología digital, respectivamente. El análisis de contenido se utilizó para la comprensión de los marcos de referencia descritos en la literatura, empleados para la implementación de la TD y la adopción del enfoque ecológico.

Las fuentes mencionadas son, en su mayoría, artículos científicos y libros obtenidos en bases de datos Open Access, como Redalyc.org, en Google Scholar, Science Direct, Scopus y Web of Science.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Desentrañando las esencias de la TD

Resulta difícil ubicar el momento de surgimiento del término «transformación digital». En la literatura revisada se refleja que no existe un acuerdo entre los autores, sobre la etapa de génesis de este. Kraus et al. (2021) refiere que el primer artículo científico revisado por pares, que trata el tema, así como su vínculo con la tecnología y la gestión de datos en sistemas digitalizados, data de 1981 y su autor es J. R. Jensen, con el título «Urban change detection mapping using Landsat digital data».

Si bien la exploración de la literatura sobre el tema en cuestión ha revelado un marcado interés y la proliferación de investigaciones al respecto, la dispersión conceptual sobre el término no es despreciable. Asimismo, la sistematización realizada por Guandalini (2022) muestra la escasez de un debate multidisciplinar, en tanto los estudios se centran en dominios específicos y orientados a aristas particulares de cada uno de ellos: Marketing (publicidad digital y efectos de los medios sociales), Gestión estratégica y Sistemas de información (Avances técnicos sobre adopción y uso de tecnologías digitales y el valor empresarial resultante).

Por otra parte, uno de los problemas principales que se detecta es el uso indiscriminado de otros términos como sinónimos de TD, que limitan el alcance y significado cabal del concepto. En ese sentido se identifica en la literatura —de manera reiterada— el empleo de «digitación» (del inglés *digitization*), «digitalización» (Gong & Ribiere, 2020; Mergel et al., 2019), y en menor medida «innovación digital» (Yoo et al., 2012), conceptos en los que se vislumbran ciertas similitudes, pero tienen sus fronteras definidas. Sin embargo, en las definiciones ofrecidas por determinados autores se aprecia ambigüedad, en tanto algunas se solapan sin poder establecer los límites entre los términos (tabla 1):

Tabla 1. Conceptos de «digitación», «digitalización» e «innovación digital» (elaboración propia)

DIGITACIÓN	DIGITALIZACIÓN	INNOVACIÓN DIGITAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso de convertir los datos analógicos en formato digital (Bleicher and Stanley, 2016).</li> <li>• Implica la transformación social desencadenada por la adopción de tecnologías digitales, y la transferencia de procesos e información (Katz and Koutroumpis, 2013)</li> <li>• Proceso de transformación de recursos impresos en digitales (Tay and Low, 2017)</li> <li>• Es la codificación de información analógica en un formato digital (en ceros y unos) para que los ordenadores puedan almacenar, procesar y transmitir dicha información (Dougherty y Dunne, 2012; Loebbecke y Picot, 2015; Tan y Pan, 2003; Yoo, Henfridsson y Lyytinen, 2010).</li> <li>• Describe la acción de convertir información analógica en información digital (...) digitaliza los procesos de documentación internos y externos, pero no cambia las actividades de creación de valor (Verhoef, et al., 2021).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consiste en dos dimensiones: La social y la técnica (Yoo et al., 2010).</li> <li>• Múltiples fenómenos socio-técnicos y los procesos de adopción y uso de las tecnologías en un contexto individual, organizacional y social (Legner et al., 2017).</li> <li>• Es el uso de tecnologías digitales para proporcionar nuevas oportunidades de producción de valor, así como el proceso de pasar a un negocio digital (Gartner, 2021).</li> <li>• Describe cómo las TI o las tecnologías digitales pueden utilizarse para alterar los procesos empresariales existentes (Li et al., 2016).</li> <li>• A través de la digitalización las empresas aplican tecnologías digitales para optimizar los procesos empresariales existentes permitiendo una coordinación más eficiente entre los procesos, y/o creando valor adicional para el cliente mediante la mejora de las experiencias del usuario (Pagani y Pardo, 2017).</li> <li>• No solo se centra en el ahorro de costes, sino que también incluye mejoras en los procesos que pueden mejorar experiencias de los clientes (Verhoef, et al., 2021).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrada en mejorar los productos físicos existentes con capacidades digitales (Yoo et al., 2012).</li> <li>• "El desarrollo de nuevos productos, servicios o soluciones mediante el uso de tecnología digital" (Khin &amp; Ho, 2020)</li> <li>• "La creación o adopción y explotación de una novedad intrínsecamente ilimitada que aporte valor (por ejemplo, un producto, servicio, proceso o modelo de negocio) mediante la incorporación de tecnología digital" (Hund et al., 2021).</li> <li>• La innovación digital puede definirse como el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para implantar productos, procesos, modelos empresariales, redes y métodos organizativos y de marketing nuevos y mejorados (Karabulut, 2020).</li> </ul>

A partir de esta apreciación se entiende que la digitalización comprende la digitación, pero tiene un alcance mayor al incidir en la dinamización de flujos y procesos.

Tal como refiere Yoo et al., 2012, la TD abarca ambos procesos: la digitación centrada en la eficiencia y la digitalización enfocada en mejorar los procesos físicos existentes con capacidades digitales que implican más allá de los recursos tecnológicos.

Se hace necesario arribar a un concepto que permita precisar el tema y encontrar evidencias de una aproximación a la perspectiva ecológica que propugna este estudio. En virtud de ello, se apela a los trabajos de Fors & Stolterman (2004), Liu et al. (2011), Vial (2019) y Delgado (2020), que han compilado las definiciones aportadas por múltiples investigadores (tabla 2).

Tabla 2. Definiciones de Transformación digital (elaboración propia)

Fuentes	Definiciones
<b>Fors &amp; Stolterman (2004)</b>	La transformación digital comprende los cambios asociados a la aplicación de la tecnología digital en todos los aspectos de la sociedad humana.
<b>Liu et al. (2011)</b>	Es una transformación organizacional que integra tecnologías digitales y los procesos empresariales en una economía digital.
<b>Fitzgerald et al. (2014)</b>	La TD es el uso de nuevas tecnologías digitales, como las redes sociales, la tecnología móvil, la analítica o los dispositivos integrados, para lograr importantes mejoras empresariales, como la mejora de la experiencia del cliente, la optimización de las operaciones o nuevos modelos de negocio.
<b>Morakanyane, Grace, &amp; O'Reilly (2017)</b>	Es un proceso evolutivo que entrega capacidades y tecnologías digitales para habilitar modelos de negocio, procesos operacionales y experiencia del cliente, con vistas a crear valor.
<b>Hinings et al. (2018)</b>	La TD es el efecto combinado de varias innovaciones digitales que dan lugar a nuevos actores —y constelaciones de actores—, estructuras, prácticas, valores y creencias que cambian, amenazan, sustituyen o complementan las reglas del juego existentes en organizaciones, ecosistemas, industrias o campos.
<b>Vial (2019)</b>	Proceso que tiene como objetivo mejorar una entidad, mediante la activación de cambios significativos en sus propiedades, a través de combinaciones de tecnologías de información, computación, comunicación y conectividad.
<b>Delgado (2020)</b>	La TD es un cambio paradigmático esencialmente cultural, que se centra en la experiencia y el compromiso del cliente en un entorno de hiperconectividad, y se caracteriza por la colaboración en todas las actividades de la cadena de valor. Se habilita con tecnologías disruptivas, nuevos modelos de negocio y nuevas competencias, impactando en innovaciones organizacionales que provocan cambios en múltiples dimensiones, con énfasis en los procesos y modelos de negocio, y en las personas.

De las definiciones anteriores se advierte que aquellas circunscritas dentro de los ámbitos empresarial y tecnológico, respectivamente, presentan limitaciones en cuanto al alcance e impacto. La «transformación» tiene lugar en tareas, procesos y conductas a nivel organizacional, de ahí que los cambios se producen fundamentalmente a lo interno de la empresa, sin una trascendencia mayor que irradie a nivel social.

Sin embargo, no dejan de aportar elementos esenciales para la comprensión del fenómeno de la TD, como la aplicación y el aprovechamiento de las tecnologías digitales, los cambios de modelos clásicos de interacción, la mejora de procesos y la perspectiva evolutiva expuesta por Morakanyane et al. (2017), que sugiere la idea de adaptabilidad y cambio constante.

En el caso de las contribuciones de Hinings et al. (2018) y Delgado (2020), se pueden detectar algunos aspectos clave que denotan una redimensión del alcance del concepto de TD, donde se vislumbra que los impactos trascienden hasta un nivel social, a partir de la creación de valor, competencias y roles emergentes, nuevas creencias, así como innovaciones que tienen implicaciones en la vida de las personas.

Resulta interesante la perspectiva de Delgado (2020) basada en principios, que refiere un «cambio paradigmático esencialmente cultural». En la literatura no es desdeñable la relevancia que se le otorga por múltiples autores al aspecto cultural, como condición para que se produzca una TD.

El término «cultura», según ha ido evolucionando, se asocia a los valores compartidos socialmente y al progreso, lo cual alude también a la idea de transformación. Por tanto, del cambio cultural depende en mayor medida la predisposición para una mejor adaptación al compromiso, la cooperación y confianza, la participación legítima, el emprendimiento y la innovación, entre otros factores.

No pasa inadvertido el criterio de Hinings et al. (2018), que menciona cómo los efectos de la transformación no solo generan cambios deseados, sino además nuevas amenazas que deben ser consideradas.

De las reflexiones anteriores resultan entonces algunas claves importantes, que permiten ir delineando el concepto de TD:

- Aplicación y aprovechamiento de las tecnologías digitales.
- Cambio paradigmático cultural.
- Redimensión de los modelos clásicos de interacción.
- Enfoque evolutivo.
- Creación de valor.
- Competencias y roles emergentes.
- Innovación.
- Impacto social.

Una vez identificados estos ejes esenciales, se precisan las dimensiones de la TD, a partir del análisis de diferentes autores que las abordan desde distintas disciplinas.

### **Dimensiones de la transformación digital**

Desde el ámbito educativo, Renz et al. (2021) enfocan la TD como un proceso de innovación centrado en tres dimensiones principales: las personas, la organización y la tecnología, aunque incluyen dentro de la dimensión «organización» los aspectos estructurales y culturales.

Mientras, Scanlon et al. (2013) apuestan por un enfoque más integrador que contempla cuatro elementos o dimensiones: las comunidades (pedagógica), la tecnología, la ecología y las prácticas contextuales. Resulta interesante la inclusión de la dimensión «ecología», que según los autores debe considerarse para garantizar el desarrollo sostenible y exitoso de la transformación en la educación.

El modelo de madurez digital 4.0 de Forrester, presentado por Gill & Vanboskirk (2016) para toda la industria, da cuenta de cuatro dimensiones: cultura, tecnología, organización y conocimientos, esta última dimensión, muchas veces interpretada o traducida como «información», marca una diferencia en tanto no solo se orienta a los datos, sino además al potencial y la capacidad para utilizar esos datos de manera innovadora.

Desde el dominio empresarial se encuentra la propuesta descrita por Berghaus et al. (2017) para examinar la madurez de los procesos de TD en las organizaciones de países como Suiza, Alemania y Austria, que comprende nueve dimensiones: experiencia de usuario, productos de innovación, estrategia, organización, procesos de digitación, colaboración, información tecnológica, cultura y experticia y gestión de la transformación.



La figura 1 muestra las dimensiones más frecuentes en los modelos de los autores antes analizados. En ese sentido, la cultura, la estrategia, los productos de innovación, la tecnología, la organización, la información, los procesos y la estructura son comunes en las diferentes propuestas consideradas.

Cabe señalar la distinción que realizan los autores con respecto a los productos, donde se acota que deben ser innovadores, una de las esencias claves para que se produzca una verdadera transformación.

No prevalece la dimensión «supervisión y control»; sin embargo, se considera relevante en tanto sugiere una intención por considerar los riesgos, la efectividad y eficacia, así como los resultados e impactos, aspectos cruciales en la TD.

Resalta que las competencias digitales, como dimensión, no sea recurrente cuando resulta vital para los procesos de TD. De igual manera ocurre con la dimensión «participación», que es una condición primaria en los ecosistemas digitales. Asimismo, la escasa presencia de la dimensión «ecología» no pasa inadvertida, teniendo en cuenta su peso para el estudio de la TD y su vínculo con el desarrollo sostenible. Estos aspectos señalados pudieran tenerse en cuenta como parte de las dimensiones principales, ya sea como una subdimensión o como un indicador de estas.

Habiendo explorado las esencias de la TD se analizan las contribuciones relacionadas con el enfoque ecológico que permitan luego concebir una propuesta de definición de TD desde una perspectiva ecológica.

### **Ecología digital, una respuesta al entorno emergente**

La irrupción de lo digital ha trastocado nuestro imaginario cultural y social, dibujando un paisaje en el que los actores sociales crean y comparten nuevos saberes, valores morales, categorías políticas y experiencias estéticas. Al decir de Taylor (2004), se trata de un nuevo imaginario social que hace posibles prácticas comunes y un sentido de la legitimidad ampliamente compartidos. Aparejado, está el debate suscitado a partir de la segunda mitad del siglo XX sobre la conciencia de la crisis ecológica, que conllevó a cuestionar la relación del hombre con la naturaleza en el plano ético.

Guattari (1989) refería cómo las transformaciones técnico-científicas han dado lugar a desequilibrios ecológicos que ponen en riesgo la vida en el planeta. Al respecto, alertaba sobre el deterioro de los valores, comportamientos y estilos de vida, individuales y colectivos. Sin embargo, si bien ya se constata una mayor conciencia de los peligros más evidentes que amenazan el entorno natural y social, por lo general el fenómeno es abordado desde una perspectiva tecnocrática que soslaya el vínculo ético-político.

De ahí que resulte imperativa una estructura de la sociedad que trascienda la perspectiva funcional para alcanzar la integración ecológica, todo lo cual demanda un discurso centrado en las conexiones y las dinámicas más que en los límites y lo tangible. Así, un enfoque ecológico es oportuno, pues proporciona un corpus conceptual para dar cuenta de fenómenos sistémicos, no locales y, lo que es más importante, sin límites (Ekbja y Nardi, 2017, Tilsen, Lyytinen et al., 2010). Al decir de Morin (2020) nuestra época contemporánea está caracterizada por un nuevo imaginario social centrado en la ecología, marcado por un cambio de civilización que está dado por «la entrada en la era ecológica».

Ese statu quo conlleva a que las interconexiones sean cada vez más complejas y, por tanto, resulte cada vez más difícil separar o distinguir el entorno «natural» del digital, esa interconexión de «todo con todo» a la que Hörl (2017) denomina «la condición tecnoecológica de nuestro tiempo».

Es en medio de ese panorama que todos los actores sociales están sujetos a una mirada conceptual y paradigmática, para identificar su capacidad de adaptabilidad y evolución, y diseñar un modelo de futuro capaz de regular los desequilibrios que plantea el escenario emergente.

### **Según las esencias de la ecología digital**

Actualmente pareciera no haber casi ningún ámbito que no pueda considerarse objeto de una ecología o susceptible a una reformulación ecológica. Se visualizan en la literatura infinidad de ecologías: de la percepción, de la cognición, de los valores, de la información, de la participación, de los medios de comunicación, de la mente, de las relaciones, de las prácticas, del comportamiento, de lo social y de lo político, por solo mencionar algunas.

Ello implica una resignificación del concepto de ecología, cuya carga semántica con la naturaleza y lo biológico tiende a desvanecerse, para, sin abandonarlo del todo, ocupar campos que no son definitivamente biológicos.

«La evolución tecnológica que impulsa la reecologización del pensamiento y la teoría, continúa dominando el devenir del concepto de ecología» (Hörl, 2017) y lo perfila hacia una ecología digital. Esta evolución tecnológica del concepto se ha desarrollado fundamentalmente desde finales del siglo XIX, específicamente desde 1950, a partir de los procesos continuos de «cibernetización» que desde entonces rigen el funcionamiento del mundo.

Este paradigma ha sido adoptado por diferentes autores de diversas disciplinas, para enfocar múltiples problemas de investigación. Al respecto, se han identificado trabajos donde se aplica la perspectiva ecológica al análisis de la evolución de la World Wide Web (Huberman, 2003), las comunidades sociales en Internet (Finin et al., 2008), las bibliotecas digitales (García, 2011), la administración electrónica (Ochara, 2014), en la estructuración de las ecologías del terrorismo (Ochara et al., 2020), entre otros.

Es por ello que existe en la bibliografía revisada un mosaico de perspectivas para entender el término «ecología» aplicado a los distintos campos del conocimiento. En ese sentido, los investigadores dan cuenta de su propia visión de lo que es una «ecología digital».

La palabra «ecología» nos ayuda a entender cómo la tecnología nos rodea e influencia. A diferencia del sentido clásico biologicista de la ecología, la tecnocología moderna no constituye solo nuestro contexto natural, sino también nuestro entorno social y cognitivo (Guattari, 2000).

Una línea similar de pensamiento la aporta Marton (2022), para quien el término «ecológico» no puede ser utilizado en un sentido exclusivamente biológico, sino en el de la tradición filosófica que se opone al reduccionismo modernista. Es decir, no se trata de aplicar analogías biologicistas, sino de comprender los ecosistemas sin asumir fronteras inherentes y naturales entre lo biótico, lo abiótico, lo social, lo mental o lo mecánico (De Landa, 2009; Phillips & Ritala, 2019).

En la opinión de Forlizzi (2007), su definición se centra en la teoría de la ecología social, a partir del uso del producto o «artefacto digital». En su sistema de interrelaciones considera además a las personas, junto con sus actitudes y relaciones, disposiciones, normas y valores. Incluye como parte del sistema al entorno construido y las rutinas y normas sociales que en él se desarrollan, donde el contexto social y cultural de uso del artefacto digital cobra vital relevancia.

Una mirada marcada por las interacciones la ofrece Enquist et al. (2007), para quien se trata de «un conjunto funcional de artefactos, personas y el entorno que los rodea, en combinación con la rica interacción entre personas y dispositivos digitales».

Retomando la vertiente orientada a la información, Ochara et al. (2020) defienden que el enfoque de la ecología digital evolucionó a partir de la noción de ecología de la información, y trata de analizar las formas en que las sociedades, su conocimiento y comunicación están siendo moldeados por las tecnologías digitales.

Por otro lado, Raptis et al. (2014) construyen un concepto, según el cual la ecología digital se define como «un conjunto cerrado de artefactos digitales y no digitales y un usuario que actúan como nodos de una red en la que sus límites están especificados por una actividad y la estructura y los patrones de organización están definidos por el usuario y/o el diseñador».

De la definición de estos autores vale resaltar la noción de los nodos y las interacciones, que recurre a la metáfora de la red donde toda ecología puede entenderse como nodos que interactúan entre sí a través de relaciones. «Entender los ecosistemas será, en última instancia, comprender las redes» (Patten, 1991), de ahí que el pensamiento ecológico, según esta visión, se centra en comprender las propiedades emergentes de una red.

El enfoque evolutivo se distingue en la obra de Bovet (2022), quien considera que la ecología digital debe ser más bien un sistema en el que todos los actores y factores evolucionen, los proyectos se desarrollen y las tecnologías se apoyen mutuamente, con causas, consecuencias y mejoras, de forma que no sea otra cosa que un crecimiento orgánico.

Nardi & O'Day (1999) en su noción de ecología de la información, enfatizan sobre las complejas relaciones entre los seres humanos y los artefactos digitales, e incorporan la teoría de la actividad. Los autores no solo se centran en la tecnología, sino también en las actividades de los miembros de una ecología de la información, las cuales se rediseñan a medida que los propios miembros dan forma a nuevas prácticas y tecnologías.

Tomando como base el concepto de Reyes (2013) sobre actividad informacional, es posible reconfigurar la noción de actividad como un sistema de acciones y tareas determinadas por el tipo de cultura gestado en el ecosistema, que está orientado a garantizar la accesibilidad a los recursos (informacionales, tecnológicos, naturales, etc.), las competencias infoculturales y la socialización de conocimientos a los actores clave en sus prácticas sociales, para su emancipación personal y la transformación colectiva y cualitativa de la realidad.

Pudiera decirse entonces que en la ecología «una relación que funcione con el medio ambiente se alcanza no por individuos e incluso especies que actúan independientemente, sino mediante una actividad concertada a través de una organización de sus diversas capacidades, es decir, constituyendo un sistema comunal. La adaptación se considera como un proceso colectivo más que individual» (Hawley, 1991).

Una perspectiva marcada por los cambios culturales se distingue en el concepto que promueve Postman (1980) sobre Ecología de los Medios, donde establece una analogía con la ecología para explicar cómo todos los medios o las tecnologías de comunicación (entidades) afectan los sentidos, la comprensión, los sentimientos y los valores de las personas (relaciones). Por tanto, explora las consecuencias culturales de la transformación tecnológica en el tiempo; cómo cambian y nos cambian las tecnologías, aumentando o reduciendo nuestras posibilidades de sobrevivencia en un espacio y tiempo concretos (Gutiérrez et al., 2018).

De esa forma, se vislumbra que el hombre como ser social y su cultura no es un simple producto pasivo de procesos naturales, sino que se transforma a sí mismo transformando la naturaleza y transformando su cultura. Por tanto, esta mirada permite distinguir en la perspectiva de la ecología una incipiente variación en lo que se considera el espacio humano, donde se va del hábitat natural al área sociocultural, política e histórica. Desde ese punto de vista, lo «geográfico» se redimensiona y se aviene mejor al enfoque de la ecología digital, donde los conceptos de «espacio» y «límites» se trastocan y difuminan en los ecosistemas digitales.

Tomando esto en consideración, Granados (2010) apuesta por una socioecología que fundamenta su análisis de la sociedad y su cultura en las interacciones humanas, concibiendo al mundo formal como un entramado de relaciones sociales.

Por otra parte, como ciencia híbrida, cuya esencia principal se concentra en las relaciones, la ecología digital no desconoce la intrínseca relación que guarda con el medio ambiente. Así, diferentes autores dan cuenta de una perspectiva medioambiental en donde la tecnología digital experimenta una reevaluación fundamental, como resultado de las crecientes preocupaciones ecológicas: el objetivo es exponer «la cara oculta de la tecnología digital “señalando con el dedo” el impacto medioambiental de las nuevas tecnologías» y promover una «sobriedad digital» que equilibre la balanza transición digital-transición ecológica (Flipo, Dobré, Michot, 2013; Tréguer, 2019).

En ese sentido, la transición ecológica y la transición digital son dos procesos de la ecología digital que tienen un factor común, y es que ambas describen un proceso de «transformación durante el cual un sistema pasa de un régimen de equilibrio a otro» (Bourg, 2017). Las dos transiciones implican cambios trascendentales en las formas de actuar de los actores y en las infraestructuras que organizan sus relaciones, perturbando enormemente los sistemas complejos en los que surgen (Monnoyer, 2017).

Por un lado, la transición ecológica se basa en la concientización de que los recursos son limitados y en la huella medioambiental creada por nuestro consumo de energía. Por otro, la transición digital resulta de las innovaciones técnicas, una de cuyas consecuencias clave es que la creación de valor se basa más en la producción y el análisis de datos que en la producción de bienes y servicios.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, se vislumbra cómo la ecología digital podría superar la dicotomía artificial entre cultura y naturaleza que caracteriza tanto a la «modernización ecológica» como a la «ecología profunda». Sin embargo, la ecología digital no se basa únicamente en la tecnología y su relación con la naturaleza, sino que para no caer en el tecnosolucionismo y lograr su propósito verdaderamente ecológico, requiere necesariamente formar parte de una red de actores más fuerte (Oricchio, 2021); implica reforzar un enfoque social científico que dilucida las relaciones sociales, sus intereses y artificios, como fundamento sobre el cual se generan y establecen las culturas, el conocimiento, los conflictos, la tecnología, las instituciones, el trabajo y todos sus procesos específicos (Granados, 2010), e instaurar un nuevo tipo de desarrollo que integre armónicamente lo humano, lo ecológico y lo sostenible.

## **Dimensiones y principios de la ecología digital**

Todas las dimensiones que caracterizan la consolidación del paradigma ecológico como visión del mundo convergen y se entrecruzan de una forma inseparable. Su carácter multidimensional sintetizado en la triada ciencia ecológica-teoría crítica-nueva conciencia (Verdaguer, 2019), se basa en tres elementos fundamentales que definen el paradigma ecológico: lo mental, lo social y lo ambiental.

Este marco de referencia responde a la perspectiva epistemológica desarrollada por Félix Guattari en su obra *Las tres ecologías* (1989), que refiere lo que él define como las tres dimensiones ecológicas básicas: ambiental, social y mental.

En su formulación, Guattari (1989) lo define como una «ecosofía», lo cual constituye para el autor una articulación ético-política entre los tres registros ecológicos, dígase el medio ambiente, las relaciones sociales y la subjetividad humana. Así, el enfoque de Guattari ha sido considerado como una herramienta epistemológica de gran operatividad, debido a su potencial heurístico (Verdaguer, 2020; Ivakhiv, 2021), capaz de mantener las tres dimensiones básicas de la relación de la especie humana con su entorno en un mismo foco de atención e importancia,

favoreciendo así la identificación a todos los niveles de las interrelaciones entre ellas y, por tanto, facilitando la puesta en marcha de estrategias para la aplicación efectiva del paradigma ecológico en todos los ámbitos.

Ivakhiv (2023) sugiere una propuesta que en su opinión evita el antropocentrismo y presenta los fundamentos de su perspectiva en términos de tres ecologías que resuenan con la de Guattari; pero arraigadas en una concepción ontológica diferente. Concibe tres dimensiones esenciales: lo material, lo social y lo medial-perceptual. Esta última responde a una visión procesual-relacional que refiere las maneras en que los sujetos responden a los objetos y cómo se remodelan tanto esos objetos como los sujetos mismos. Configura su tercera ecología como una ecología de la mediación, para dejar claro que los objetos marcan una diferencia en nuestra percepción subjetiva, y que también afectan a la materialidad objetiva del mundo. Por tanto, es una teoría que da cuenta de las relaciones del sujeto (ecología social) y del objeto (ecología material); pero centrada en los procesos de mediación y mediatización.

Cuando hablamos de ecología digital, lo relativo a «lo digital» sugiere la idea de todo lo que entraña «tecnología digital», la cual no es más que un vehículo, una extensión transformadora de cómo percibimos y reaccionamos al mundo; un mundo constituido no solo por artefactos, sino por actores, concepciones sociales, valores morales y éticos, incentivos económicos, acuerdos contractuales, principios de orden, y mucho más. Todo un universo de «unidades» sistémicamente interactivas y dinámicas.

A partir de lo anterior se desprende la esencia neurálgica de la ecología, y es su concepción de redes relacionales y conjuntos en estrecha interacción, pues «la ecología es el estudio de sistemas relacionales que son dinámicos, cambiantes y procesuales. Pueden estudiarse como unidades formadas por elementos que se adaptan mutuamente, aunque se reconozca que nunca son sistemas totalmente cerrados» (Ivakhiv, 2023).

### **Ecosistemas digitales, sus componentes, cualidades y propiedades**

Retomando a Hörl (2017), la investigación sobre la sociedad de la información se ocupa de la denominada condición tecnoecológica bajo la etiqueta de «ecosistemas digitales». Según Whelan (2010), el concepto de «ecosistema digital» tiene su origen en un entendimiento común de la estructura y función de los sistemas ecológicos.

La International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (IEEE) (2013) describe el ecosistema digital como un «entorno colaborativo, autoorganizado, basado en agentes, de dominio agrupado, impulsado por la demanda y débilmente acoplado, en el que los agentes forman coaliciones temporales para un propósito u objetivo específico, y cada uno es proactivo y responde en su propio beneficio».

Una de las principales contribuciones al enfoque ecológico lo constituye la serie de trabajos aportados por Bateson (2000). Su epistemología ecológica permite abordar los ecosistemas como sistemas de información, en tanto en su obra la información desempeña un rol cimero, concibiendo un comportamiento sistémico. Para Bateson (2020), la información se refiere a las relaciones y conexiones mutuas, ya que las diferencias no consisten en delimitar entidades aisladas, sino en establecer conexiones intermedias.

Para Reyes (2010), el ecosistema coexiste y evoluciona en un entorno donde el flujo social de comunicación redimensiona la cultura y el aprendizaje de los actores sociales que interactúan con otros sujetos y artefactos construidos en un «contexto simbólico de comunicación» durante sus prácticas sociales, mediadas por sus preferencias, expectativas, necesidades y valores.

De ahí que el punto de vista de los ecosistemas recurre al constante diálogo entre los actores sociales, incluyendo diseñadores y usuarios, de manera que pueda responderse con más rapidez a los cambios, garantizando su adaptación, evolución y sostenibilidad (Báez, 2011).

Marton (2022) estableció tres principios ecológicos para el estudio de los ecosistemas digitales:

- Parte de un ecosistema: los fenómenos deben observarse siempre como parte de un ecosistema más amplio.
- Sabiduría sistémica: los ecosistemas tienen límites que deben ser respetados.
- Ecología de la información: los ecosistemas no son sistemas mecánicos sino cognitivos.

Según los principios expuestos por Marton (2022), los ecosistemas digitales constituyen un conjunto de factores histórico-culturales que expresan los comportamientos y usos tecnoinformacionales que surgen y se modifican, mediante adaptaciones locales mutuas desarrolladas a través del tiempo.

Las circunstancias en que se producen esas interacciones varían según los contextos específicos y de un tiempo a otro, por lo cual puede decirse que los ecosistemas no tienen un estado particular que pueda considerarse óptimo.

La ausencia de límites precisos en su interacción, hace que la determinación del ecosistema tenga un carácter relativo y dependiente de quiénes lo delimiten; ello depende del alcance y la precisión de los objetivos y de la extensión del problema planteado (Fuentes, 2004). Por ende, los componentes del ecosistema digital cobran relevancia, en tanto el análisis de sus interrelaciones reduce la complejidad de la realidad a los límites de su estructura y organización.

Teniendo en cuenta estas premisas, es pertinente entonces establecer componentes, cualidades y propiedades de un ecosistema digital desde el enfoque ecológico.

Partiendo del análisis de los aspectos comunes de las propuestas examinadas, y tomando como base la propuesta de Báez (2011), se han identificado componentes esenciales que han sido reade cuados a las premisas que defiende este trabajo.

Componentes:

- Cultura: conjunto de factores histórico-culturales que determinan los comportamientos de los actores en su interacción en un momento concreto. Condiciona los valores morales y éticos, el comportamiento y las prácticas del ecosistema.
- Estrategia: principios y directrices que orientan la existencia del ecosistema y que lo legitiman otorgándole identidad. Reconoce las premisas del contexto donde se inserta y al cual tributa. Define su objeto social, sus objetivos y normas, estándares y políticas que regulan el funcionamiento de sus procesos esenciales.
- Actividad: sistema de acciones y tareas determinadas por el tipo de cultura gestado en el ecosistema que lo dota de identidad y le otorga sentido y límites. Garantiza y determina la accesibilidad a los recursos (informacionales, tecnológicos, naturales, etc.), las competencias infoculturales y la socialización de conocimientos a los actores clave en sus prácticas sociales, para su emancipación personal y la transformación colectiva de la realidad.
- Organización: conjunto de actores diversos con un propósito común, cuya dinámica depende no solo de aptitudes, valores, actitudes, competencias, creatividad, necesidades y experiencias de sus miembros, sino

también de los cambios culturales y técnicos de su entorno que reconfiguran sistemáticamente la estructura de orden del ecosistema.

- Información: conjunto de conocimientos socialmente expresados, que envuelven acciones de atribución y comunicación, y favorecen las relaciones y conexiones mutuas.
- Infraestructura tecnológica: artefactos que se utilizan coherentemente para ejecutar los procesos esenciales en un ecosistema digital. Se compone de elementos de hardware, software y servicios que en conjunto dan soporte a las actividades del ecosistema.
- Procesos: conjunto de operaciones planificadas que agregan valor y que se redimensionan en la medida que los propios actores dan forma a nuevas prácticas y tecnologías. Se manifiestan a través de acciones de los actores, ya sea a través de artefactos, pero también de interacción simbólica con su entorno, lo que propicia además un ambiente interactivo, participativo y proactivo de aprendizaje para la adquisición de habilidades y competencias infotecnológicas y de evaluación crítica de estas.

Para el análisis de los ecosistemas digitales es preciso tener en cuenta no solo a sus componentes uno por uno, sino la integración del ecosistema como la totalidad de su complejidad, su organización y las relaciones que de ella surgen, es decir, sus cualidades. Se puede afirmar entonces que en los ecosistemas digitales las cualidades emergen de las interacciones de sus componentes que han suscitado una dinámica interna entre estos:

Cualidades:

- Diversidad: muestra la capacidad del ecosistema para garantizar el acceso inclusivo a todos los actores. Se manifiesta tanto en las distintas prácticas como en la información en diferentes formatos y soportes, así como modos discursivos heterogéneos, con lo cual el uso de la información, de productos y servicios digitales, se facilita sin restricciones de poder o barreras tempoespaciales, o de capacidades cognitivas y físicas. Se identifica gran variedad de servicios digitales con alto valor agregado, asociados tanto con la información cognitiva, como a la comunicación interpersonal y ambientes colaborativos de aprendizaje.
- Actores clave: emerge de la interacción social entre los actores que se identifican según sus roles y funciones, así como sus competencias, culturas y valores. Los miembros del ecosistema son agentes culturales, garantes del acceso al conocimiento y de las innovaciones digitales.
- Identidad tecnológica: manifiesta la interactividad experimentada por los sujetos implicados a través del uso eficiente y responsable de la infraestructura tecnológica pertinente, en correspondencia con sus roles y tareas asociadas en su práctica y experiencias sociales. El uso eficiente de la tecnología estará dado por la interoperabilidad, la accesibilidad universal, el aprendizaje, las competencias y la capacidad para manejarla, la seguridad y la protección de datos.
- Arquitectura informativa: muestra la organización y ubicación de la información diversa de forma flexible para que sea accedida por los actores del ecosistema que además interactúan entre ellos mediante un flujo orgánico de comunicación, modificando paulatinamente los propios procesos del Ecosistema.

Las propiedades son expresión de orden superior de las cualidades que distinguen al ecosistema y expresan su valor social. De acuerdo con ello, las propiedades formulan tanto las cualidades generadas por sus dinámicas internas, aunque también el impacto de las perturbaciones del entorno, que afectan decisivamente tanto sus estados de funcionamiento como sus resultados. La importancia de reconocer esas propiedades es que constituyen patrones que le otorgan identidad al ecosistema entre los demás. Esas propiedades se identifican como criterio apropiado del

estado funcional en dependencia de los propósitos establecidos. En correspondencia con la metáfora ecológica y por ende el paralelismo con los ecosistemas naturales, se les atribuye propiedades inherentes como: adaptabilidad, evolución y sostenibilidad.

Propiedades:

- **Adaptabilidad:** capacidad del ecosistema de autorregularse, permitiendo la permanencia de sus cualidades esenciales. Es adaptable si ofrece un acceso informacional con alto grado de infodiversidad, acorde con una identidad tecnológica que muestre no sólo los recursos tecnológicos pertinentes disponibles, sino un aprovechamiento adecuado y responsable de los posibles actores que intervienen. Para ello, el ecosistema debe evidenciar su capacidad inclusiva, innovadora y de regeneración constante de competencias digitales de los actores. La concatenación de estos aspectos está mediada por una cultura digital y una arquitectura informativa interoperable, que establece los flujos de comunicación adecuados, servicios digitales de valor agregado en tiempo real y un ambiente participativo y colaborativo para la socialización del conocimiento, la transparencia y la retroalimentación.
- **Evolución:** capacidad del ecosistema para el cambio, en relación directa con su entorno. Evidencia intencionalidad y voluntad para la mejora continua, así como previsión ante los posibles cambios y perturbaciones del entorno social. Un ecosistema evoluciona si posee un diseño estratégico coherente con su cultura y actividad propias, sus objetivos y función social. Sus procesos esenciales responden a la planificación estratégica. Muestra cómo el ecosistema ha asimilado los cambios vertiginosos de las tecnologías; si propicia transformación cualitativa del entorno en su accionar como agente cultural (impacto), que propicia el aprendizaje y la generación de nuevos conocimientos y competencias por parte de los actores involucrados. Constata si la organización del ecosistema se ha adaptado continuamente a los cambios culturales vertiginosos y globalizados, así como la participación protagónica de los actores en dichos cambios.
- **Sostenibilidad:** capacidad de persistencia de las cualidades del ecosistema, su mejora continua en el tiempo, resultados acordes con los objetivos propuestos y evolución positiva. Esos logros son coherentes con la racionalidad y pertinencia de la información y las tecnologías a su disposición, evitando la infoxicación y garantizando la permanencia y accesibilidad futura, en estado óptimo, de todos los recursos, incluidos los de la naturaleza. Conlleva al uso de estándares, políticas y normas que garanticen la sobriedad digital y compromiso para con el medio ambiente. Evidencia la optimización del uso de la tecnología pertinente por actores involucrados, que además muestran cuánto han aportado en su práctica social a partir de la calidad del acceso a los recursos infotecnológicos y la formación de competencias infoculturales que les ha garantizado el ecosistema digital.

### **Atributos de valor desde el enfoque ecológico**

Desde una perspectiva ecológica, el valor se define en términos de valor social, desde el criterio de los actores involucrados sobre las propiedades del ecosistema que expresan tanto la responsabilidad como el reconocimiento sobre la utilidad demostrada.

Para Reyes (2010), la interacción de los actores clave y la construcción de los ambientes colaborativos propios del escenario digital, dinamizan las capacidades infoculturales y estimulan la intencionalidad de uso crítico y permanente del ecosistema digital.

El concepto de valor ecológico, por su parte, fue expuesto por Hearn & Pace (2006) para describir cómo se genera valor en los negocios. Si bien su estudio se enfoca en el mundo empresarial, argumentan las limitaciones del

modelo clásico de la cadena de valor (Porter, 1985) para ser aplicadas en los procesos de generación de valor en el escenario de redes sociales.

Debido a que los ecosistemas tienen una red de actores y añaden valor al nuevo fin, la ecología tiene prioridad sobre la cadena de valor, porque crea valor en red (Hearn et al., 2007; Radzevicius 2018).

Según Reyes (2016), es posible identificar cinco cambios importantes en la conceptualización de la creación de valor que develan metáforas ecológicas:

- Un cambio de pensamiento hacia los consumidores para pensar en cocreadores de valor.
- Un cambio de pensamiento en las cadenas de valor para pensar en redes de valor.
- Un cambio de pensamiento en el valor del producto para pensar en el valor de la red.
- Un cambio de pensar en la cooperación simple o competencia para pensar en una red compleja y cooperada.
- Un cambio de pensamiento en la estrategia de la visión individual para pensar en una estrategia en relación con su ecosistema.

En conclusión, el valor ecológico de un ecosistema digital se manifiesta a través de sus componentes, cualidades y propiedades, en un proceso simbiótico con un entorno específico de actuación, donde los impactos obtenidos se traducen en valor social.

Una vez realizado este recorrido por los aspectos teóricos de la ecología digital se pueden identificar entonces los elementos distintivos de esta perspectiva:

- Enfoque centrado en el sujeto y sus interacciones
- Trasciende el tecnocentrismo
- Mediado culturalmente
- Sistema de interacción dinámico y complejo
- Ecosistema abierto, regulado por el tipo de actividad
- Enfoque evolutivo
- Creación de valor ecológico
- Competencias y roles emergentes
- Actores activos
- Inclusión social
- Diversidad
- Innovación en función del bienestar de la humanidad
- Conciencia ambiental

- Sostenibilidad

### **Convergencia entre TD y ecología digital. Una transición hacia la sostenibilidad de los ecosistemas digitales**

A menudo encontramos en la literatura el criterio de que la TD y la sostenibilidad son conceptos que se contraponen. Por un lado, la transición digital implica una huella ecológica directa (consumo de energía y recursos naturales) e indirecta (prácticas sociales disruptivas). Pero la transición digital es una condición esencial para realizar la transición ecológica, sobre todo para responder a las necesidades del futuro.

En ese sentido, dos conceptos que parecieran dispares conducen a un cambio de paradigma en los sistemas sociales y ecológicos (Gebhardt, 2017), y se consideran imperativos estratégicos capaces de desencadenar grandes transformaciones (Osburg, 2017).

La TD está impulsada por el progreso combinado de la electrónica y la informática, y luego por las telecomunicaciones. El despliegue generalizado de las redes de banda ancha fijas y móviles, la alta penetración de los equipos digitales en los hogares, la aparición de plataformas de servicios que están alterando sectores enteros de actividad y la extensión de Internet a los objetos cotidianos (Internet de las cosas), son fenómenos que describen la transición digital.

Mientras, la transición ecológica es de otra naturaleza, que no está impulsada por el progreso técnico, sino por la necesidad de transformar un modelo de crecimiento vigente desde hace dos siglos y excesivamente productor de externalidades negativas en todos los ámbitos (Geoffron, 2017).

La transición ecológica y la TD describen entonces un proceso de cambios profundos en cómo los actores y las infraestructuras organizan sus relaciones. La transición ecológica se basa en una doble conciencia del uso responsable de los recursos y en una concepción ecosistémica esencialmente social, en la que se sustenta la necesidad de adaptarse al entorno emergente.

Los valores promovidos por la TD se traducen en las expectativas y los modos de hacer en los que se basa la transición ecológica. Ninguna de las dos transiciones puede tener lugar sin la otra y es en la encrucijada de estas dos revoluciones donde debe inventarse la sociedad del mañana (Monnoyer, 2017).

Así, Picard y Tanguy (2017) proponen el concepto de transición tecnoecológica, donde confluyen la transición tecnológica y la transición ecológica. Enfocado en este presupuesto, Berger (2020) plantea que tanto la transición digital como la transición ecológica son complementarias y su articulación permite dar solución al problema de la supuesta polaridad de los conceptos. Para la autora el desafío se dirime en cuatro variables esenciales: innovación organizativa, innovación técnica, participación de los actores en el diseño de estas innovaciones y formación permanente.

Desde esta óptica, la autora resalta ejes esenciales de la perspectiva ecológica, como son la innovación en pos del bienestar humano, la participación de actores que sugiere una mayor inclusión y un rol más protagónico de todos los agentes sociales en la construcción colectiva de la realidad circundante. Así mismo, alude al proceso sistemático de generación de nuevas competencias y roles que se reconfiguran; para lo cual es preciso un principio fundamental de la ecología digital, que no es otro que la adaptabilidad y resiliencia para favorecer la simbiosis entre todos los componentes del ecosistema digital y la permanencia de este.

La transición ecológica debe asumir los retos de la cultura digital, tanto a través de dispositivos técnicos como de prácticas sociales. Si se gestiona de manera oportuna, la transformación digital puede considerarse en términos más tradicionales como un factor de crecimiento y de oportunidades de redistribución (Pochet, 2017).

Para ello, la cuestión ecológica debe ser analizada, al decir de Hoang et al. (2022), como un bien constitutivo, que se estudie como objeto de moralidad, se legisle como objeto de derecho y se aplique como objeto de gobernanza y debate público. Bajo esa premisa los autores analizan la norma de la «sobriedad digital», una postura social en la que convergen las humanidades digitales y las ciencias ambientales, y que propugna el cambio sostenible y la difusión de acciones ecorresponsables.

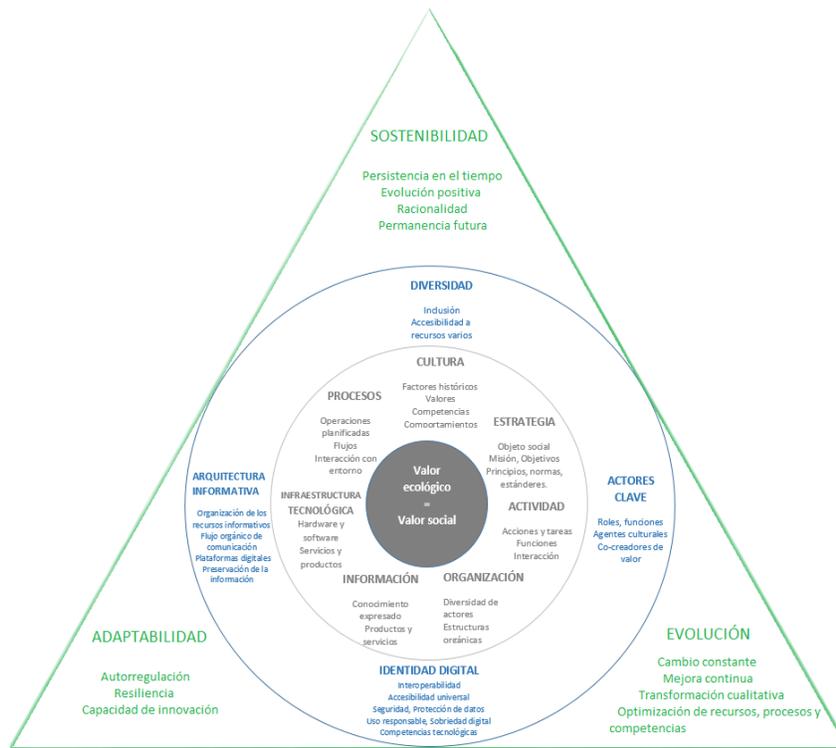
De ahí que sea presentada como un valor ético con una matriz plural y polifacética (filosófica, social, académica, ecológica, etc.), que encarna una virtud a la vez personal y social, y que se nutre de un proceso de mediatización llevado a cabo por todos los agentes de la sociedad civil. Por tanto, la TD, desde la perspectiva ecológica, conllevará necesariamente un vínculo con las ideas que promueve la sobriedad digital, tales como valores de creatividad, ética, justicia, fraternidad, colaboración e inclusión social, potenciando una mayor diversidad y un enfoque más democrático.

Las tres dimensiones de la sobriedad digital refrendan «la capacidad de lo digital para reducir la huella de la humanidad (económica, social y medioambiental)». Así, cultura técnica, innovación y uso responsable, constituyen el constructo cultural de la sobriedad digital.

Todo lo anterior apunta a un cambio cultural profundo, que reconfigura los sistemas socioeconómicos y culturales en pos de relaciones y dinámicas que armonicen con el entorno emergente, permitiendo una trascendencia de valores, comportamientos y prácticas sociales más acordes con las exigencias que entraña una coexistencia sostenible con el ambiente y las nuevas estructuras que perfilan el escenario actual.

Una mirada desde la perspectiva ecológica conlleva a una trascendencia del enfoque mercantilista de las sociedades de consumo, donde la creación de valor centrada en la producción de bienes y servicios, deviene innovaciones en favor de la producción, el análisis de datos y la cocreación de conocimientos que tributen a una mejor calidad de vida y al desarrollo sostenible de la sociedad en su conjunto, y por ende, a la preservación del planeta, es decir, a la creación de valor ecológico.

La siguiente figura modela la transformación digital atendiendo a los componentes, cualidades, propiedades y atributos de valor desde la perspectiva ecológica (figura 2).



**Figura. 2** Modelo de Transformación digital de los ecosistemas digitales desde el enfoque ecológico (elaboración propia).

El análisis que posibilita el enfoque ecosistémico, basado en principios holísticos y complejos, y que pondera premisas socioculturales en el nuevo escenario, resulta una alternativa más coherente al incorporar el valor infoético y la dimensión social para abordar la TD. El enfoque de ecosistema abierto, donde los límites se determinan en dependencia del tipo de actividad, recurre al precepto ecologista «piensa globalmente, actúa localmente», que induce a orientar el estudio de los ecosistemas digitales con una visión mucho más abarcadora.

Este paradigma ofrece nuevas miradas y valores a tono con la demanda actual de la Sociedad y los desafíos que libra desde todos los frentes, lo que permite estudiar los ecosistemas y su funcionamiento, a partir de las relaciones de sus elementos que tienen realidad objetiva pero sentido a través de las interacciones de los miembros que la componen; pero en esa misma medida, el ecosistema como entidad organizativa es cualitativamente superior por la sinergia con que emergen sus nuevas propiedades para otorgarle mayor sostenibilidad.

En ese orden, el desarrollo sostenible aboga por las futuras generaciones, la compatibilidad ambiental y el desarrollo equitativo ante los procesos económicos globales. Una transición hacia la sostenibilidad de los ecosistemas digitales desde la mirada ecológica, estará permeada por los principios antes mencionados sobre los que se rige este paradigma en convergencia con los de la transformación digital.

## CONCLUSIONES

Este estudio permitió definir los presupuestos teóricos conceptuales sobre la TD, desentrañando el intrínquilis del concepto y explorando las dimensiones que predominan en los modelos de los autores analizados.

Al examinar los principios de la ecología digital y su contribución al análisis de los ecosistemas digitales se pudo comprender que el enfoque ecológico en el análisis de los ecosistemas, se nutre de los principios básicos de los sistemas holísticos y complejos; pero pondera premisas socioculturales sobre todo en el nuevo escenario de la TD.

Haber logrado una primera aproximación descriptiva de componentes, cualidades y propiedades de los ecosistemas digitales, en el marco de una transformación digital ecológica, redundante en una alternativa más acorde para enmarcar los estudios sobre el tema, a partir de nuevas miradas y valores coherentes con la demanda actual de la sociedad en su conjunto.

Como resultado se pudo determinar los vértices convergentes entre TD y ecología digital que develan una transición hacia la sostenibilidad de los ecosistemas digitales, a partir de lo cual es posible generar nuevas oportunidades en la concepción y el diseño de estos últimos, que permitan la creación y socialización del conocimiento, la generación de valor para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, y el fomento de ambientes colaborativos en los que se promueve la participación activa de los individuos, las competencias y conductas infotecnológicas y la construcción colectiva de una sociedad ecorrespetuosa.

La ecología digital permitirá comprender y gestionar ecosistemas digitales desde un uso acertado de datos, información, tecnología y otros elementos estratégicos. Esto resulta vital para la TD desde un redimensionamiento de los presupuestos metodológicos y epistemológicos que permita acoger los aspectos relacionados con la perspectiva social y en la que se reflejen los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Agenda 2030.

## REFERENCIAS

Artículos de revistas:

Ahlborg, H., Ruiz-Mercado, I., Molander, S., Masera, O. (2019). Bringing Technology into Social-Ecological Systems Research-Motivations for a Socio-Technical-Ecological Systems Approach. 11, 1-23.

Artaraz, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible.

Bateson, G. (2000). Steps to an ecology of mind. Chicago, IL, University of Chicago Press.

Berger, Ch. (2020). La transition techno-écologique, un défi économique et social au XXIème siècle. Faculté des sciences économiques, sociales, politiques et de communication, Université catholique de Louvain, 2020. Prom.: Denayer, Luc; de Nanteuil, Matthieu. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:26904>

Berthoud, F. (2017). Numérique et écologie. Annales des mines, (87): 72-75.

Bourg Dominique, Whiteside Kerry (2017). "Écologies politiques : essai de typologie", La Pensée écologique, 1, N° 1, DOI : 10.3917/lpe.001.0001. URL: <https://www.cairn.info/revue-la-pensee-ecologique-2017-1-page-a.htm>

Bovet, D., Jambé, A., Maxime, P. (2022). (Im)possible History? Digital Ecology as an Approach to Transmit Memory and Cultural Heritage. Digital Classics Online, 8.

De Carolis, Anna, Macchi, Marco, Elisa Negri, and Sergio Terzi. (2017). "Guiding manufacturing companies towards digitalization a methodology for supporting manufacturing companies in defining their digitalization roadmap". In 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), IEEE, 487-495.

DeLanda, M. (2009). Ecology and realist ontology. Deleuze | Guattari & ecology. B.Herzogenrath. New York, NY, Palgrave Macmillan, 23-41.

Delgado-Fernández, T. (2020). Taxonomía de transformación digital. Revista Cubana de Transformación digital. Vol. 1, N° 1, enero-abril 2020, 04-23. Disponible en: <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/62/58>

Del Río Castro, G., González Fernández, M. C., & Uruburu Colsa, A. (2021). Unleashing the convergence amid digitalization and sustainability towards pursuing the Sustainable Development Goals (SDGs): A holistic review. Journal of Cleaner Production, 280, Article 122204. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122204>

Demilly, D., Saujot, M., Francou, R., Kaplan, D., Francois, J., Braud, M., Pontal, A., Bordage, F., Levin, F., Krewer, J. (2018). Numérique et Environnement: Faire de la transition numérique un accélérateur de la transition écologique.

Ekbja, H. R. & B. A. Nardi (2017). Heteromation, and other stories of computing and capitalism. Cambridge, MA, MIT Press.

Enquist, H., Tollmar, K., Vonge C.A. (2007). Interaction Ecologies. In Proc. Designing for Palpability Workshop on Pervasive computing.

Finin, T., Joshi, A., Kolari, P., Java, A., Kale, A. and Karandikar, A. (2008), "The information ecology of social media and online communities", AI Magazine, Vol. 29, N° 3, 77-92.

Fitzgerald, E., Landfeldt, B. (2014). The failure of CSMA in emerging wireless network scenarios, en: 2014 IFIP Wireless Days (WD). IEEE, Río de Janeiro, 1-4. <https://doi.org/10.1109/WD.2014.7020830>

Flipo, F., Dobré, M., Michot, M. (2013). La face cachée du numérique. L'impact environnemental des nouvelles technologies, Montreuil, L'Échappée, coll. "Pour en finir avec".

Forlizzi, J. (2007). How robotic products become social products: an ethnographic study of cleaning in the home. In Proc HRI 2007. ACM Press, New York, 2007, 129-136.

García Marco, F. G. (2011). Libraries in the digital ecology: reflections and trends. The Electronic Library Vol. 29 N° 1, 2011, 105-120. Recuperado de: [www.emeraldinsight.com/0264-0473.htm](http://www.emeraldinsight.com/0264-0473.htm)

Geoffron, P. (2017). Comment transition numérique et transition écologique s'interconnectent-elles? Disponible en: <https://www.cairn.info/revue-responsabilite-et-environnement-2017-3-page-17.htm>

George, G., Merrill, R. K., & Schillebeeckx, S. J. D. (2020). Digital Sustainability and Entrepreneurship: How Digital Innovations Are Helping Tackle Climate Change and Sustainable Development. Entrepreneurship Theory and Practice, 1042258719899425. <https://doi.org/10.1177/1042258719899425>

Giraldo, A., Maya, C. (2016). Modelos de ecología de la comunicación: análisis del ecosistema comunicativo. <https://www.redalyc.org/journal/649/64946476004/html/>.

Gong, C., & Ribiere, V. (2020). Developing a unified definition of digital transformation. *Technovation*, 102217. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102217>

Gong, Y., Yang, J. & Shi, X. (2020). Towards a comprehensive understanding of digital transformation in government: Analysis of flexibility and enterprise architecture. En: *Government Information Quarterly* 37, 2020. Disponible en: <https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2021/05/Fardapaper-Towards-a-comprehensive-understanding-of-digital-transformation-in-government-Analysis-of-flexibility-and-enterprise-architecture.pdf>

Guandalini, I. (2022). Sustainability through digital transformation: A systematic literature review for research guidance. *Journal of Business Research* 148, 2022, 456-471. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.05.003>

Guattari, F. (2000). *The Three Ecologies*, trans. by Ian Pindar and Paul Sutton. New Brunswick, NJ: Ath-lone Press.

Gutiérrez, F. (2018). Sobre la nueva ecología de medios en la era digital: Hacia un nuevo inventario de efectos. *Razón y Palabra*, Primera Revista Electrónica en Iberoamérica especializada en Comunicación, 22, 237-254.

Hearn, G., et al. (2007). From value chain to value creating ecology. *International Journal of Cultural Policy* 13(4): 419-436.

Hinings, B., Gegenhuber, T., & Greenwood, R. (2018). Digital innovation and transformation: An institutional perspective. *Information and Organization*, 28(1): 52-61.

Hoang, A. N. et al. (2022). Le numérique à l'épreuve de l'écologie. La fabrique de la « sobriété numérique » comme nouvelle norme? *Interfaces numériques*. Vol. 11, N° 1, 2022. Recuperado de: DOI: 10.25965/interfaces-numeriques.4805

Hörl, E. (2017). *General Ecology: The New Ecological Paradigm*.

Huberman, B. A. (2003). *The laws of the web: Patterns in the ecology of information*. Cambridge, MA: MIT Press.

Islas, C., Carranza, M. (2017). Ecosistemas digitales y su manifestación en el aprendizaje: Análisis de la literatura. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (55).

Ivakhiv, A. (2021). Three ecologies. *Ecomediaality as Ontology*. Recuperado de: <https://doi.org/10.4324/9781003176497-4>

Jung, H., Stolterman, E., Ryan, W., Thompson, T., Siegel, M. (2008). Toward a Framework for Ecologies of Artifacts: How Are Digital Artifacts Interconnected within a Personal Life?, 201-210. [https://www.researchgate.net/publication/221248200\\_Toward\\_a\\_framework\\_for\\_ecologies\\_of\\_artifacts\\_how\\_are\\_digital\\_artifacts\\_interconnected\\_within\\_a\\_personal\\_life](https://www.researchgate.net/publication/221248200_Toward_a_framework_for_ecologies_of_artifacts_how_are_digital_artifacts_interconnected_within_a_personal_life).

Karabulut, A. T. (2020) Digital innovation: an antecedent for digital transformation. En: *International Journal of Commerce and Finance*, Vol. 6, Issue 2, 2020, 179-186. Disponible en: <http://ijcf.ticaret.edu.tr/index.php/ijcf/article/view/217>

Khin, S. and Ho, T. C. (2020), "Digital technology, digital capability and organizational performance: A mediating role of digital innovation", *International Journal of Innovation Science*, Vol. 11, N° 2, 177-195.  
<https://doi.org/10.1108/IJIS-08-2018-0083>

Kleineberg, K., Boguñá, M. (2015). *Digital Ecology: Coexistence and Domination among Interacting Networks*.

Kraus, S., Jones, P., Kailer, N., Weinmann, A., Chaparro-Banegas, N., & Roig-Tierno, N. (2021). *Digital Transformation: An Overview of the Current State of the Art of Research*. *SAGE Open*, 11(3).  
<https://doi.org/10.1177/21582440211047576>

Kraus, S., Jones, P., Kailer, N., Weinmann, A., Chaparro-Banegas, N., & Roig Tierno, N. (2021). *Digital Transformation: An Overview of the Current State of the Art of Research*. *SAGE Open*, 11(3).  
<https://doi.org/10.1177/21582440211047576>

Larrouyet, M. (2015). *Desarrollo sustentable: origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta*.

Liu, D. Y., Chen, S. W., & Chou, T. C. (2011). Resource fit in digital transformation –Lessons learned from the CBC bank global e-banking project. *Management Decision*, 49(10): 1728-1742 Recuperado de:  
[http://refhub.elsevier.com/S0148-2963\(19\)30547-8/h0365](http://refhub.elsevier.com/S0148-2963(19)30547-8/h0365)

Mahraz, M., Benabbou, L. & Berrado, A. (2019). A Systematic literature review of Digital Transformation.

Marton, A. (2022). Steps toward a Digital Ecology: Ecological Principles for the Study of Digital Ecosystems. *Journal of Information Technology*, 37(3): 250-265.

Media Ecology Association. What Is Media Ecology? <https://www.media-ecology.org/What-Is-Media-Ecology> .

Mergel, I., Edelmann, N., & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*, 36(4), Article 101385.<https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>

Merrill, R. K., Schillebeeckx, S. J. D., & Blakstad, S. (2019). Sustainable digital finance in Asia: Creating environmental impact through bank transformation. DBS, UN: SDFA.

Monnoyer Smith, L. (2017). « Transition numérique et transition écologique », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 2017/3, N° 87, 5-7. DOI: 10.3917/re1.087.0005. URL:

<https://www.cairn.info/revue-responsabilite-et-environnement-2017-3-page-5.htm>Nardi, B., O'Day, V. (1999). *Information Ecologies. Using Technology with Heart*, 50-58.

Morakanyane, R., Grace, A., O'Reilly, P. (2017). Conceptualizing digital transformation in business organizations: A systematic review of literature, en: BLED 2017. Association for Information Systems Electronic Library, AISel, 427-444. <https://doi.org/10.18690/978-961-286-043-1.3>

Morin, E. (2020). *L'entrée dans l'ère écologique*. Éditions de l'aube.

Ochara, N. M. (2014). Towards a regional ontology for e-participation: An ecological view. In P. M. Sebina, K. H. Moahi & K. J. Bwalya (Eds.). *Digital access and e-government: Perspectives from developing and emerging countries*, 60-72. Hershey, PA: IGI Global.<https://doi.org/10.4018/978-1-4666-5868-4.ch005>

Ochara, N. M., Odhiambo, N. A., & Kadyamatimba, A. (2020). The digitalized terrorism ecology: A systems perspective. *The African Journal of Information and Communication (AJIC)*, 25, 1-19.  
<https://doi.org/10.23962/10539/29196>

Oricchio, S. (2021). Digitization of Ecology and Ecologization of Media. *Italian Journal of Science & Technology Studies*, 12(1): 99-116.

Osburg, T., & Lohrmann, C. (2017). *Sustainability in a Digital World*. Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-54603-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-54603-2_1)

Patten, B. C. (1991). *Network Ecology*. In: Higashi, M., Burns, T. P. (eds.): *Theoretical studies of ecosystems: the network perspective*. Cambridge University Press, New York, 1991.

P. V. M. V. D. Udovita (2020). Conceptual Review on Dimensions of Digital Transformation in Modern Era. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 10(2).

Phillips, M. A. & Ritala, P. (2019). "A complex adaptive systems agenda for ecosystem research methodology". *Technological Forecasting and Social Change*, 148.

Picard, F., & Tanguy, C. (2017). *Innovation et transition techno-écologique*, Iste Editions.

Pochet, P. (2017). Numérique et écologie: ¿comment concilier ces deux récits de l'avenir? *L'Économie politique*, (73): 101-112.

Raptis, D., Skov, M., Kjeldskov, J., Paay, J. (2014). *What is a Digital Ecology? Theoretical Foundations and a Unified Definition*.

Renz, A., Hellmuth, D., & Vladova, G. (2021) *Beyond Technology: Dimensions of Digital Transformations in Schools*. ISPIIM Connects Valencia – Reconnect, Rediscover, Reimagine, on 30 November to 2 December 2021.

Reyes, L. (2016). Hacia un nuevo modelo de la actividad informacional. En: *PRISMA.COM* (30): 38-65.  
Recuperado de: <https://ojs.letras.up.pt/index.php/prisma.com/article/view/1821/1657>

Saeedi, R. (2023). Ecological Value Creation: A Novel Economic Paradigm of Interactions in Business Ecosystems, *World Futures*, 79(2): 320-346, DOI: 10.1080/02604027.2022.2094196

Saeidi, R. (2023). Reflective– formative Type II model of ecosystem – ecosystem: alignment with value creating ecology through PLS-SEM. *Iranian Journal of Management Studies (IJMS)*, 16 (4): 873-887. DOI: <http://doi.org/10.22059/ijms.2023.341996.675073>

Scanlon, E., Sharples, M., Fenton-O’Creevy, M., Fleck, J., Cooban, C., Ferguson, R., Cross, S., & Waterhouse, P. (2013). *Beyond prototypes: Enabling innovation in technology-enhanced learning*.

Taylor Charles (2004). *Modern Social Imaginaries*, Durham, NC, Duke University Press.

Tilson, D., Lyytinen, K., and Sørensen, C. (2010). "Research commentary-Digital infrastructures: The missing IS research agenda", *Information Systems Research* 21(4): 748-759.

Tréguer, F. (2019). *L’utopie déçue. Une contre-histoire d’Internet XVe-XXIe siècle*, Fayard, Paris.

Verhoef, P.C. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. En: Journal of Business Research 122, 889-901. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. Recuperado de: <https://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/>

Whelan, R. J. (2010). "Ecological system meets 'digital ecosystem': Can ICT benefit from understanding biology?", 2010 4th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies, DEST, IEEE, Piscataway, New Jersey, USA.

Yoo, Y., Boland, R. J. Jr, Lyytinen, K., Majchrzak, A. (2012). Organizing for innovation in the digitized world. Organ Sci 23(5):1398-1408

Zaoui, F. (2020). Roadmap for digital transformation: A literature review. Procedia Computer Science 175, 621.628. Recuperado de: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

#### Libros:

Bateson, G. (1972). Pasos hacia una ecología de la mente: una aproximación revolucionaria a la autocomprensión del hombre.

#### Tesis:

Báez, L. (2011). Evaluación de resultados de Sistemas de Información desde una perspectiva ecosistémica. (Tesis de grado). Facultad de Comunicación, Universidad de La Habana.

Reyes, L. (2010). Estrategia de la actividad informacional: Propuesta de un modelo holístico dialéctico para evaluar su impacto. Tesis Doctoral. Facultad de Comunicación, Universidad de La Habana.

Verdaguer, C. (2019). La ciudad de las tres ecologías. Elementos para la consolidación del paradigma ecológico en la planificación urbana y territorial. Tesis Doctoral. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

#### Medios electrónicos:

Báez, L. (2023). ¿Cómo practicar una ecología digital consciente? (II Parte). <https://gobiernodigital.fcom.uh.cu/es/como-practicar-una-ecologia-digital-consciente-ii-parte>.

Báez, L. (2023). ¿Cómo practicar una ecología digital consciente? (Primera parte). <https://gobiernodigital.fcom.uh.cu/es/como-practicar-una-ecologia-digital-consciente-primera-parte>

Copyright © 2023, Báez Sánchez, L.



*Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional*