



Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad  
- CTS

ISSN: 1668-0030

ISSN: 1850-0013

secretaria@revistacts.net

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas  
(CONICET)  
Argentina

Quiñones Triana, Yago

**El sistema de saneamiento convencional y la escasez global de agua**

Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad  
- CTS, vol. 18, núm. 52, 2023, Enero-Marzo, pp. 173-194

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92478143008>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante  
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la academia

**El sistema de saneamiento convencional y la escasez global de agua.  
Uso irracional de los recursos *versus* sistemas secos y circulares \***

**O sistema de saneamiento convencional e a escassez global de água.  
Uso irracional dos recursos *versus* sistemas secos e circulares.**

***The Conventional Sewage System and the Global Scarcity of Water.  
Irrational Use of Resources versus Dry and Circular Systems***

Yago Quiñones Triana \*\*

El sistema de saneamiento convencional actual, que combina el inodoro de descarga de agua con un sistema de alcantarillado y -eventualmente- plantas de tratamiento, es un sistema obsoleto, inadecuado al contexto contemporáneo y que presenta un uso irracional y nocivo de los recursos, especialmente del agua. La predominancia de este sistema no se explica exclusivamente por factores técnicos; las motivaciones que justifican su difusión y permanencia se asocian sobre todo con razones históricas y culturales. Incluso existen alternativas disponibles que compitieron con el sistema convencional, y que presentan beneficios claros, como evitar la contaminación del agua y hacer un uso eficiente de los recursos al reintroducirlos en los sistemas productivos como nutrientes o materias primas. La escasa aplicación de estos sistemas alternativos se debe, muy probablemente, a motivaciones no técnicas, asociadas con hábitos incorporados históricamente, basados en creencias discutibles sobre los excrementos humanos y el manejo de los residuos. Dada la crisis actual de escasez de agua, urge estudiar formas de implementación de sistemas amigables con los recursos, para lo cual es necesario combinar un análisis técnico sobre las adaptaciones necesarias para su masificación con un análisis de las barreras culturales que pueden dificultar esta implementación.

173

**Palabras clave:** sistemas de saneamiento; agua; *cradle to cradle*; economía circular; teoría crítica

---

\* Recepción del artículo: 24/11/2021. Entrega de la evaluación final: 17/01/2022.

\*\* Doctor en antropología por la Universidad Federal de Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil. Investigador del Núcleo de Política, Ciencia, Tecnología y Sociedad del Centro de Estudios Multidisciplinares Avanzados (CEAM) y profesor del Departamento de Antropología de la Universidad de Brasilia (UnB), Brasil. Correo electrónico: yagoqt@gmail.com.

O atual sistema de saneamento convencional, que combina o vaso sanitário e o esgoto e, eventualmente, estações de tratamento, é um sistema obsoleto, inadequado ao contexto contemporâneo e que apresenta uma utilização irracional e prejudicial dos recursos, nomeadamente a água. O predomínio deste sistema não se explica exclusivamente por fatores técnicos, as motivações que justificam a sua difusão e permanência estão principalmente associadas a razões históricas e culturais. Atualmente há alternativas disponíveis que inclusive concorreram com o sistema convencional, e que apresentam benefícios claros, como evitar a contaminação da água e fazer um uso eficiente dos recursos, reintroduzindo-os nos sistemas de produção como nutrientes ou matérias-primas. A escassa implementação desses sistemas alternativos provavelmente se deve a motivações não técnicas, associadas a hábitos historicamente incorporados, baseados em crenças discutíveis sobre os excrementos humanos e o gerenciamento de dejetos. Dada a atual crise de escassez de água, é urgente estudar formas de implementação de sistemas amigáveis com os recursos, para isso é necessário combinar uma análise técnica sobre as adaptações necessárias para sua difusão com uma análise das barreiras culturais que podem dificultar esta implementação.

**Palavras-chave:** sistemas de saneamento; água; *cradle to cradle*; economia circular; teoria crítica

*The current conventional sewage system, which combines a flushing toilet with a sewage system and eventually treatment plants, is an obsolete and inadequate system that demonstrates an irrational and harmful use of resources, especially water. The prevalence of this system is not explained solely by technical reasons; the motivations that justify its diffusion and permanence are mainly associated with historical and cultural reasons. Currently there are alternatives available that have already competed with the conventional system, and that present clear benefits, such as avoiding water contamination and making efficient use of resources by reintroducing them into production systems as nutrients or raw materials. The scant application of these alternative systems is most likely due to non-technical motivations associated with historically incorporated habits, based on debatable beliefs about human excrement and waste management. Given the current water scarcity crisis, it is urgent to study ways to implement resource-friendly systems and to combine a technical analysis on the adaptations necessary for its massification with an exploration of the cultural barriers that make this implementation difficult.*

**Keywords:** sewage systems; water; *cradle to cradle*; circular economy; critical theory

## Introducción

El sistema de saneamiento convencional, basado en el inodoro de descarga de agua y la red de alcantarillado, es básicamente un sistema lineal en el que la materia sigue un proceso de una sola vía, contaminando con heces agua potable, un recurso vital y finito (Canaday, 2018; Winblad, 2004; Müllegger, Langergraber & Lechner, 2011; Phlush, 2012). Se trata de un sistema que utiliza agua limpia como medio de transporte de excrementos, los cuales acaban contaminando los cauces de agua, o exigiendo costosos e ineficientes procesos de purificación a partir de sustancias químicas producidas, generalmente, de forma no sustentable (Valero, Calvo & Valero, 2021) y que no llegan a devolverle al agua tratada las características que ésta tenía antes de entrar al sistema (Rodríguez, Serrano, Delgado, Nolasco & Saltiel, 2020). Además, este sistema de saneamiento depende del inodoro, un artefacto que hace pasar por natural un hábito forjado culturalmente a lo largo de la historia reciente. Esto es, la costumbre de defecar sentados en un asiento (Canaday, 2018), que ni siquiera es la forma más adecuada para la fisiología humana, ya que lo más conveniente sería hacerlo de cuclillas. Se trata de un sistema que surgió como un proyecto de la era moderna europea, respondiendo a la necesidad de resolver los problemas de salud pública en las grandes ciudades, azotadas como estaban por enfermedades contagiosas, provocadas muchas veces por la falta de una gestión correcta de los desechos humanos (Glick, 1987).

El resultado fue un sistema de saneamiento básico que se estructura fundamentalmente sobre dos premisas: la lógica *out of sight, out of mind* (McDonough & Baungart, 2002, 2013) y la negación de la finitud del planeta. Esto es, la creencia de que podemos resolver un “problema” simplemente alejándolo de nosotros; al no verlo más éste sale del ámbito de nuestras preocupaciones, algo así como: “fuera de nuestra vista, fuera de nuestra cabeza”. Básicamente, el sistema aleja los excrementos de su fuente, de nuestro hogar y de nuestra vista, pero no resuelve el problema. Los desechos van para algún lugar dentro del planeta, ya que es imposible simplemente “tirar” o “deshacerse” de algo; solo lo estamos colocando en otro lugar. Y ese lugar está dentro de la Tierra, un espacio finito y con una cantidad de agua limitada y, en este momento, reducida. Agua de la cual el sistema de saneamiento convencional depende totalmente.

Dada la escasez o el mal uso que hacemos de los recursos del planeta, especialmente del agua, es claro el beneficio de sistemas circulares; esto es, aquellos que reducen la presión sobre las materias primas al incentivar el reaprovechamiento de las sustancias involucradas, las cuales son generalmente consideradas simplemente desperdicios en los sistemas lineales. De este modo, se puede adoptar una lógica de economía circular (Cerdá & Khalilova, 2016; Prieto-Sandoval, Jaca-García & Ormazabal-Goenaga, 2017), que considera los residuos como recursos, o incluso eliminar el mismo concepto de desperdicio, para pensar en los recursos como nutrientes que alimentan los sistemas productivos y vitales (McDonough & Baungart, 2002, 2013). Una actitud que es urgente para garantizar el equilibrio medioambiental del planeta, hoy amenazado (PNUMA, 2019). En el caso de los sistemas de saneamiento es posible aplicar la misma lógica. No solo el agua potable puede ser preservada al no ser usada en el proceso, sino que lo que eran residuos puede ser visto también como

materia orgánica, valiosa por sus componentes químicos (Jenkins, 1999). Pudiendo ser utilizados en otros procesos, específicamente como adobo o en la producción de combustibles. Idea nada innovadora pues, inclusive, era lo que se hacía en muchos lugares antes de la difusión del sistema convencional.

De hecho, es un sistema que podría perfectamente ser substituido. Hoy en día existen ya las tecnologías y el conocimiento técnico necesario para producir sistemas de saneamiento secos y circulares: con inodoros que no usan agua y sistemas de captación de residuos que los reintegran en los ciclos vitales como nutrientes (Phlush, 2014, Canaday, 2018; Keogh, 2018; Müllegger, Langergraber & Lechner, 2011; Dabbah, 2015) Inclusive, cuando hablamos del sistema convencional, esto no implica que sea difundido globalmente de forma absoluta; de hecho, millones de personas ni siquiera tienen acceso a agua potable de calidad o a servicios de alcantarillado (WWAP, 2019). El sistema es entonces convencional porque es el más aceptado y, se supone, el más indicado, no necesariamente el que prevalece en términos numéricos. Por otro lado, es posible encontrar en el mundo varios ejemplos de aplicaciones de estos sistemas secos.<sup>1</sup> Sin embargo, no existen soluciones que masifiquen este tipo de sistemas. No hay, hoy en día, algún tipo de obstáculo estrictamente técnico para la substitución del sistema convencional. Lo que tenemos es el conocimiento sobre los beneficios de los sistemas secos y la experiencia sobre el uso práctico de inodoros autónomos con relación al agua y al sistema de alcantarillado. Sin embargo, es posible identificar una serie de impedimentos que interactúan con el ámbito técnico, pero para comprenderlos deben ser tomados en cuenta los hábitos históricos e intereses sociales y su influencia en el diseño de las tecnologías predominantes en un determinado contexto. En otras palabras, se trata de una solución eficiente y funcional, pero según las prioridades de quienes la desarrollaron en su momento. La consolidación y difusión de este sistema atribuyó determinados hábitos y significados a una práctica cotidiana. Sin una alternativa factible o visible, al ser descartados los diseños alternativos, se convirtió en la forma correcta e higiénica de evacuar el cuerpo. Con esto se afirmaron ciertos valores y significados sobre la higiene, el agua y los excrementos, donde estos últimos son vistos exclusivamente como una fuente de amenazas y enfermedades, y el agua como el medio indicado para brindar asepsia y protección. De este modo, un sistema que no siga estos valores genera hoy desconfianza, rechazo y asco, aun demostrando ser perfectamente viable técnicamente, inclusive en cuanto al manejo seguro de sustancias potencialmente contaminantes. Los sistemas secos no son menos higiénicos o seguros que los convencionales; sería verdad incluso lo contrario, además de ser seguramente más beneficiosos desde el punto de vista de los recursos hídricos (Canaday, 2018; Winblad, 2004; Müllegger, Langergraber & Lechner, 2011; Phlush, 2012).

Es urgente una transición hacia las soluciones secas y circulares; sin embargo, debemos entender la relación intrínseca entre el sistema predominante en la actualidad y las creencias y significados que lo sustentan. No es suficiente constatar los beneficios

---

1. El Parque Etno-Botánico Omaere es solo uno de los ejemplos de casos de aplicación exitosa de sistemas secos. Más información en: <https://omaere.wordpress.com/english/the-park/>.

ambientales y económicos de los sistemas secos; es necesario buscar y proponer las condiciones para que la alternativa sea factible, también desde la perspectiva de los hábitos cotidianos actuales y los significados asociados. Se trata de una alternativa técnicamente eficiente, pero que presenta también la limitación, o el inconveniente, de generar resistencias, además de exigir del usuario un cambio en su relación con esta tecnología. En otras palabras, debemos cambiar nuestros sistemas de saneamiento; el principio técnico para hacerlo ya está disponible, pero debemos cambiar también la mentalidad predominante para que tal transición sea posible y así poder proponer formas de masificación de los sistemas secos. Consiguiendo eventualmente de esta forma un impacto que sea compatible con lo grave de la crisis de recursos hídricos que ya vivimos.

Para explorar este asunto y traer nuevos elementos para colaborar y participar de esta transformación necesaria, se aborda en el presente trabajo cuál fue el contexto, en términos culturales -y por ende técnicos- del surgimiento y la consolidación del sistema de saneamiento convencional. A partir de ahí se introduce una visión crítica de este proceso de consolidación, demostrando la dependencia del diseño técnico con relación a intereses situados históricamente. Siguiendo esta perspectiva, se propone reconocer y evaluar soluciones técnicas alternativas; esto es, el sistema seco y circular que evita el uso de agua y trata los residuos como nutrientes, y que incluso compitió con el sistema convencional que acabó persistiendo. Introducidos estos elementos, se presenta un análisis de los sistemas de saneamiento en cuestión a partir de algunas teorizaciones sobre la ciencia y la tecnología. Finalmente, se propone un modelo preliminar de implementación masiva del sistema seco, explorando las dificultades y las fases que serían necesarias para llevarlo a cabo de forma concreta.

177

## 1. Contexto y lógica (irracional) del sistema convencional de saneamiento

La preocupación por el uso inadecuado del agua no es un asunto reciente. La relevancia biológica de este elemento es indiscutible; es la base de la vida desde su génesis, por lo que es considerado, con razón, un recurso “vital” en el sentido más literal del término. Las actividades humanas que contaminan el agua son muchas y variadas, y el peligro que representan nunca será suficientemente advertido o denunciado (PNUMA, 2019). Del mismo modo, la finitud y la fragilidad de las fuentes naturales de agua se pone de manifiesto si tenemos en cuenta los intentos por privatizar este preciado recurso. Los analistas más pesimistas hablan incluso, desde hace tiempo, de guerras por el agua, y el preciado recurso ya ha empezado a cotizar en los mercados de futuros de la bolsa.<sup>2</sup> El tema del uso inadecuado del agua es amplio y se encuadra incluso en las discusiones sobre la viabilidad de nuestro futuro como especie. Son varios los espacios y contextos en que tendríamos que promover cambios en nuestra relación con el agua; sin embargo, nos interesa aquí abordar un caso específico: el uso cotidiano o, mejor, el desperdicio cotidiano, que implica el sistema convencional de saneamiento. Veamos algunas de sus premisas básicas.

---

2. Véase: *Lords of the Water*, dirigida por J. Fritel (2019, Java Films, Francia).

El agua en su forma natural, especialmente el agua dulce, recorre el planeta siguiendo determinados cursos: los ríos y sus cuencas que forman circuitos dinámicos. El agua está siempre en movimiento, recorriendo el territorio. Las grandes ciudades y civilizaciones generalmente nacieron y crecieron junto a los ríos, que no son solo una fuente de recursos vitales básicos, sino que facilitan también la comunicación. Son puentes y caminos hacia otras regiones, y esto no aplica solamente al caso específico del transporte humano; los cursos de los ríos, los caminos de las aguas, interconectan todo el planeta. Desde el nivel micro hasta los grandes ríos, el agua corriente transporta toda una serie de elementos biológicos que, en la práctica, viabilizan muchos de los procesos vitales de la Tierra.

Esta estructura de vías de comunicación del agua es un gran aliado para quienes creen que pueden deshacerse de los residuos simplemente alejándolos de sí, ya que lo que depositamos en los ríos es transportado “naturalmente” lejos de nosotros. Así, al no verlo más, podemos pretender olvidar lo que hemos vertido allí. Se trata de la lógica del *out of sight, out of mind* (Canaday, 2018), una estrategia vana que solo consigue que nos engañemos a nosotros mismos, obviando que es imposible simplemente “tirar” algo. Esta situación queda demostrada por las infames islas de basura que vemos hoy en los océanos, donde se concentran residuos de todo el mundo, o por los casos documentados por la prensa, mucho más románticos, de botellas con mensajes u objetos perdidos en el mar que atraviesan todo el planeta. Lo que lanzamos a los ríos no desaparece por alejarse de nosotros; simplemente va a ir para otro lugar dentro del sistema cerrado del planeta. Y el lugar que ocupará este residuo, alejado de la persona que pretendió tirarlo, será un lugar cercano para alguien más.

178

Por supuesto, la contaminación de los cursos de agua y, especialmente de los ríos, es anterior a los sistemas modernos de saneamiento. De hecho, los sistemas de alcantarillado vinieron a resolver el problema creado por la contaminación causada por las heces mal gestionadas en los entornos urbanos (De Decker, 2010; Glick, 1987). Con la identificación científica del origen de algunas enfermedades contagiosas y su relación directa con virus y bacterias, de la mano del desarrollo de la epidemiología como disciplina que estudia la propagación de las enfermedades, se hizo urgente la creación de un sistema que evitara la propagación de enfermedades generadas por el contacto indiscriminado de la población con sus residuos orgánicos. En el Londres del siglo XIX, el médico John Snow estudió la propagación de la epidemia de cólera en la ciudad y descubrió, con el apoyo de los mapas, que el contagio estaba relacionado con el uso de algunas bombas de agua contaminadas (Cerde & Valdivia, 2007). Es decir, la propagación de terribles enfermedades se debía a la insalubridad que implicaba el mal manejo de las deposiciones humanas. Básicamente se trataba del contacto o consumo de agua contaminada con heces que aumentó acompañando el crecimiento de las grandes ciudades modernas. Nuestros sistemas de alcantarillado y saneamiento surgieron, entre otras cosas, como una respuesta a tal problema de salud pública. Esto es, tenían en cuenta la constatación del peligro que representaban las aguas residuales, lo que hace con que sean identificados sobre todo como un signo de civilización, como el resultado de un desarrollo técnico virtuoso que nos llevó a la mejor de las soluciones posibles, representando un progreso indiscutible,

descartando y superando tecnologías consideradas inferiores o anticuadas y que, sin embargo, resolvían el mismo problema (De Decker, 2010).

Pensemos por un momento en la lógica de esta solución técnica. Se trata de un sistema totalmente dependiente del agua, basado en una infraestructura que recoge los desechos orgánicos humanos directamente en los hogares. El agua utilizada, normalmente agua limpia, transporta las heces lejos de su origen. Aunque lo ideal sería que las aguas negras estuvieran separadas de las precipitaciones, estos sistemas suelen conducir también el agua de la lluvia (Salaverria, 1995), además de toda una serie de sustancias que son comúnmente descartadas por el inodoro. Ya que éste es visto como un artefacto que permite librarse fácilmente de muchos tipos de residuos, es frecuente arrojar por allí sustancias que nada tienen que ver con la función básica para la cual el sistema fue diseñado, incluyendo varios elementos químicos presentes en los productos de limpieza y aseo personal, pero también productos farmacéuticos y aditivos industriales. Se trata de sustancias ya reconocidas como nuevos contaminantes o, más precisamente, contaminantes orgánicos emergentes (COE) (Clemente, Chica & Peñuela, 2013). Esta mezcla de elementos que fluyen por el drenaje dificulta los intentos de recuperar el agua que entra en el proceso y es contaminada. Se trata de sustancias muchas veces no contempladas en la legislación y de difícil identificación, dada la gran cantidad de sustancias a monitorear (Clemente, Chica & Peñuela, 2013). Esto es, no tenemos solamente heces allí, sino agentes químicos, entre otras sustancias extrañas, lo que hace muy difícil y costoso extraerlos o eliminarlos para rehabilitar el agua. Sin contar que los procesos utilizados no siempre llegan a resultados óptimos o siquiera aceptables, según los parámetros en vigor (Organización Mundial de la Salud, 2012). Con la consolidación de los modernos sistemas de saneamiento, se han implementado onerosos métodos de tratamiento, basados en principios químicos, para resolver parcialmente el problema que el propio esquema de gestión de las heces creó; es decir, la contaminación con residuos de los cursos de agua en el intento de mantenerlos alejados de nuestras residencias. De esta forma, los líquidos fluyen espontáneamente hacia cauces más grandes, ya que todos están interconectados. A lo largo de estas masas de agua, sobre todo de los ríos, siempre hay alguien que está río abajo y que acabará entrando en contacto con lo que se descartó río arriba.

179

A este sistema convencional actual que retira las heces, consideradas como residuos desagradables, no hemos llegado tras perfeccionar la solución a un viejo problema. Es decir, no estamos ante la solución de un problema tan antiguo como nuestras heces. Al contrario, el sistema ataca un problema creado por la misma sociedad que intenta resolverlo. Nos encontramos así ante un problema relativamente reciente y fruto de la urbanización moderna. Antes de la implantación de los sistemas saneamiento modernos, en Oriente, especialmente en China, pero también en Japón, los excrementos humanos se consideraban como lo que son en términos biológicos; es decir, nutrientes que forman parte de ciclos vitales, incluso del ciclo cerrado de nuestra nutrición (De Decker, 2010; Jenkins, 1999). Los excrementos pueden parecer la fase final de un proceso si intentamos tirarlos, pero también pueden considerarse parte de un ciclo continuo, en el que nos alimentamos de las plantas que al crecer se convierten en alimento y que, a su vez para crecer, necesitan de nutrientes. Esta lógica

sencilla y olvidada se puso ya en práctica en Oriente (Keogh, 2018), donde las heces humanas se utilizaron como abono, en algunos casos, hasta comienzos del siglo XX (De Decker, 2010). Es decir, eran consideradas un recurso y, como tal, comercializadas, tenían un valor comercial. Las ciudades, en esos contextos históricos, no disponían mecanismos que usaran el agua para desechar los excrementos, por el contrario, eran sistemas prácticamente secos y contaban con métodos manuales de recogida de residuos. Estos esquemas, sin embargo, eran imperfectos y poco eficaces, pero permitían la captación de este “producto”, que posteriormente era transportado a los campos de cultivo vecinos para cumplir su ciclo natural de transformarse en abono y nutrir las plantas (Jenkins, 1999). En Europa, este sistema se denominó *night soil* (De Decker, 2010) y se recuerda históricamente como un episodio oscuro en la vida de las ciudades, ya que, debido a la forma técnicamente rudimental en que se realizaba la recogida, el proceso se caracterizaba por el mal olor y las molestias causadas a los vecinos (De Decker, 2010). Evidentemente, se trataba de un mal sistema, sin los envases ni los materiales adecuados y sin la infraestructura necesaria para retirar correctamente el producto que se iba a comercializar. Sin embargo, no se trataba de una idea irracional: los nutrientes que no consumimos no desaparecen, como se pretende al considerarlos residuos, sino que ocuparán algún espacio y pueden hacerlo incluso cumpliendo una función, participando en el ciclo de los organismos que se convertirán en nuestro alimento en un futuro próximo (Jenkins, 1999).

## 2. El inodoro en la historia a partir del enfoque de ciencia y tecnología

180

Hasta ahora hemos tratado sobre el destino final de nuestros excrementos, pero, si nos fijamos en el “principio” del ciclo, la tecnología encargada de recoger los residuos tampoco es gran cosa: el inodoro. Como parte del sistema, también depende del agua y representa una tecnología que se asocia con un ideal de civilización e higiene, un avance en la historia del saneamiento público y del desarrollo de las grandes ciudades. Se trata de una interpretación común sobre la tecnología en general y sus avances: se cree, incluso entre algunos científicos, que ésta avanza por medio de sucesivas mejoras, en las que las ideas y los métodos más eficientes se imponen sobre los menos adecuados, que luego son descartados y abandonados.

El lector familiarizado con los estudios sobre tecnología y su historia, sabe bien que este progreso no sigue criterios estrictos de eficiencia y que las razones para adoptar o rechazar una determinada tecnología se mezclan a menudo con intereses sociales y políticos (Feenberg, 1999, 2002). En muchos casos, las ideas que compiten entre sí coexisten sin que sea posible definir categóricamente cuál de ellas supera a la otra y, aun así, una de estas soluciones será localizada en un estadio más avanzado de la línea de tiempo del desarrollo técnico. El caso del inodoro que aquí nos ocupa no es diferente. Hasta llegar al artefacto que conocemos hoy como el inodoro de descarga de agua, aparecieron muchos modelos diferentes y, sobre todo, divergentes y que competían entre sí, que no seguían las mismas premisas. La historia del desarrollo tecnológico del inodoro es compleja y no disponemos de espacio para explorarla en profundidad aquí, pero hay dos hitos técnicos -y, por ende, culturales- que es importante tener en cuenta: primero la adopción de la posición sentada y luego la introducción del agua para retirar las deposiciones en el siglo XIX (Davison, 2001;

Wright, 1980; Hart-Davis, 1997; Benidickson, 2011). En el desarrollo y la consolidación de la versión moderna del inodoro que hoy conocemos tuvo una gran influencia la reina Isabel I de Inglaterra. La dificultad física que a ella le suponía el ponerse de cuclillas para defecar, hizo que se diseñara una silla para que pudiera hacerlo sentada (Canaday, 2018). Por supuesto, no podía ser una silla cualquiera; una reina se iba a sentar allí. Quizá por eso algunas culturas le llaman “trono” al inodoro y, de hecho, varias familias reales europeas contaban con verdaderos tronos ricamente decorados para hacer sus necesidades (Prignano, 2014).

El noble artefacto, que funcionaba muy bien para hacer frente a los problemas fisiológicos de un individuo específico, acabó extendiéndose al conjunto de la sociedad. El retrete moderno hizo que la costumbre de ir al baño en cuclillas pareciera anticuada, de pueblos atrasados, aunque no sea otra cosa que la forma en que muchos humanos lo han hecho durante milenios, una forma incluso utilizada a menudo hasta hoy en algunas regiones (De Decker, 2010; Phlush, 2012). Por otro lado, el hecho de que hacer las necesidades fisiológicas de cuclillas sea o fuera lo común en muchos lugares y culturas no implica necesariamente que sea lo más apropiado, ni lo más “natural”, aunque de hecho haya motivos para creerlo (Davison, 2001). No hacen falta muchos argumentos médicos o históricos para convencer, a cualquiera que lo haya practicado al menos una vez, sobre los beneficios de esta alternativa. Es evidentemente la forma más espontánea e intuitiva de hacerlo, pero ha sido olvidada y segregada a medida que la civilización moderna ha implantado una tecnología considerada superior, un avance técnico, aun teniendo algunas imperfecciones que se pueden corregir fácilmente. Es habitual hoy en día comprar sencillos accesorios, simples volúmenes de cualquier material, para colocar bajo los pies al sentarse y adoptar una posición más cómoda, más eficaz y fluida, digamos, y que se asemeja a la posición de cuclillas. Una solución sencilla que resuelve una imperfección en el diseño del inodoro, configurando así por lo menos una paradoja técnica, que sería evitable. Es fácil notar que se está corrigiendo un problema técnico que la propia tecnología ha creado; es decir, inducir al usuario a adoptar una posición sentada al defecar.

181

De cualquier forma, la “incomodidad” fisiológica que aporta el formato de asiento del inodoro es quizá un inconveniente marginal en comparación con la ineficacia técnica que presenta en términos de uso del agua. Tal vez no haya ningún problema en seguir adoptando una posición menos eficiente y fisiológicamente inadecuada a la hora de defecar, simplemente porque se considera que estar en cuclillas es arcaico y un signo de atraso. Sin embargo, las graves consecuencias comienzan cuando se insiste en un modelo de manejo, uso e interpretación del agua, que es bastante ilógico, si no irracional. Como hemos visto, el sistema se basa en la idea de utilizar agua limpia para retirar las heces de los hogares y transportarlas lejos de nuestras casas. Asociado a lo anterior, se han creado mecanismos basados en recursos químicos para rehabilitar el agua que nosotros mismos contaminamos. En otras palabras, estas plantas de tratamiento se ocupan del problema tóxico que ha provocado el propio sistema de saneamiento. Presentado así, parece un método ineficiente, pero quizás, se podría pensar, es el desarrollo más avanzado que hemos tenido hasta ahora, la mejor de las opciones. Así es como se han desarrollado las grandes ciudades modernas y se han controlado las epidemias infecciosas propagadas precisamente por la gestión

desordenada de los excrementos. El uso de inodoros con agua que retira los residuos, así como el ingenioso diseño en forma de S que impide que regresen a las residencias los malos olores, nos parecen el diseño más evolucionado y que ha llegado hasta nosotros con pocas variaciones a partir de una buena y exitosa idea inicial. Superando, por ejemplo, los sanitarios secos, que claramente pertenecen a un mundo anterior y arcaico, en el que el agua no llegaba a todos los hogares y no éramos conscientes de las enfermedades que se podían contraer por el contacto con las heces. Todo esto se confirma aún más cuando pensamos que estos sistemas secos también pretendían aprovechar los excrementos como producto para vender y comercializar como abono. Esta práctica nos lleva mentalmente a la Edad Media europea, cuando estábamos obligados a utilizar las heces como abono y teníamos que sacar los excrementos del interior de nuestras casas, donde permanecían hasta que esto ocurría. Esta función era desempeñada, por cierto, por desafortunados trabajadores que realizaban, con toda seguridad, el trabajo másapestoso y desagradable del mundo.

Esta interpretación surge cuando adoptamos una visión lineal de la historia de las tecnologías, en la que un prototipo sucede a otro en función de la mayor eficiencia técnica demostrada por la tecnología ganadora. Esta especie de distorsión, o por lo menos visión simplificadora, es exactamente la que vemos en el caso del retrete. En la época en que se inventaba definitivamente el sistema que conocemos, se desarrollaron otros modelos secos, que pretendían solucionar el problema de los malos olores en las ciudades y también generar ingresos con la venta del abono natural que los ciudadanos “producían” en sus casas. Evidentemente, este sistema no tuvo éxito, pero no porque su rival fuera necesariamente superior desde el punto de vista técnico, sino porque el sistema seco acabó por no extenderse y, sobre todo, por no generar entusiasmo entre los comerciantes, concretamente por la aparición de los fertilizantes químicos, que hicieron que la producción de abono a partir de las heces fuera cara e incómoda en comparación con la alternativa química (De Decker, 2010). En ese momento, las soluciones que prescindían del uso del agua ya no eran competitivas, pues no presentaban la ventaja de generar beneficios, y se evitaba la onerosa recogida manual de los residuos (De Decker, 2010). Pero, por supuesto, no se trata de una tecnología técnicamente inferior; simplemente surgió al mismo tiempo que otro desarrollo -el de los fertilizantes químicos-, lo cual le restó competitividad financiera y evitó que se extendiera lo suficiente como para crear una infraestructura difundida y funcional.

Ocurre con este desarrollo técnico, como con cualquier otro, que la mayoría de las personas, que también son los usuarios, lo consideran como la mejor de las opciones disponibles, fruto de sucesivas mejoras y definido por la eficacia y la aplicación de conocimientos científicos objetivos. Sin embargo, los estudiosos de ciencia y tecnología han demostrado desde hace tiempo que el proceso es mucho más complejo. En los diseños técnicos entran en juego prioridades que van mucho más allá de la simple eficiencia técnica. Los intereses y valores sociales que están fuera del, supuestamente, frío mundo técnico, pueden identificarse en los diseños tecnológicos si se asume una perspectiva analítica y crítica. Está claro que la cadena de montaje de la era industrial clásica, basada en el argumento de la maximización de la productividad, acabó reduciendo al trabajador a una pieza más del mecanismo. En el diseño técnico de la cadena de montaje es posible identificar los intereses de clase

de los propietarios de la fábrica; estos intereses determinan la eficiencia del proceso, pero no lo afectan (Feenberg, 2002). Sin embargo, también hay casos en los que los valores implícitos en el diseño sacrifican su eficacia. Es el caso de la obsolescencia programada, que reduce técnicamente la durabilidad o la eficiencia en el tiempo de un aparato, en favor del beneficio económico derivado de la necesidad creada en el usuario de comprar una versión más nueva de la misma tecnología (Latouche, 2018). En este sentido, la tecnología puede aparecer como un elemento pasivo que sufre las transformaciones que el ser humano le aplica, pero también puede ser vista como un actor en el juego, capaz de transformar nuestra forma de pensar y actuar. Este es el caso del inodoro moderno. Se justifica con la idea de que es normal hacer nuestras necesidades fisiológicas sentados, superando la anticuada y atrasada costumbre de hacerlo en cuclillas, típica de las culturas “atrasadas”. Esta tecnología está vinculada con el desarrollo y el progreso; es decir, a la civilización y al conocimiento científico aplicado a la salud pública, ya que forma parte del proyecto de saneamiento de las grandes ciudades, apalancado por la conciencia científica sobre las formas de transmisión de las enfermedades contagiosas y el peligro que representan los excrementos.

### 3. Inodoro seco: una “antigua” tecnología eficiente y circular

Lo que se propone aquí es un cambio radical en el actual sistema de saneamiento basado en el uso del agua y del inodoro convencional. De hecho, las bases para comenzar a tener un sistema alternativo ya están técnicamente disponibles. Específicamente, estamos hablando de los inodoros secos con separación de orina, conocidos también como UDDT, por la sigla de su nombre en inglés: *urine-diverting dry toilet*. Existen varios ejemplos de implementación y uso de esta tecnología, así como relatos y manuales técnicos sobre su uso (Winblad, 2004; Müllegger, Langergraber & Lechner, 2011; Dabbah, 2015). En nuestro caso, además, contamos con el conocimiento directo de dos experiencias específicas de uso, investigación y desarrollo de este tipo de soluciones. Se trata del Parque Etnobotánico Omaeré en Puyo, Ecuador, y la Finca El Silencio en Cumaral, Colombia. Ambos lugares, desde perspectivas diferentes, han demostrado la factibilidad y funcionalidad de los sistemas secos, confirmando la posibilidad de implementar un sistema, no solo totalmente autosuficiente, sino capaz inclusive de generar beneficios para su entorno. Además de ser espacios en que, por medio del ejemplo, de la demostración concreta a personas ajenas, es posible desmentir en la práctica las principales y más obvias desinformaciones sobre los sanitarios secos. A saber: que serían malolientes, antihigiénicos, incómodos, costosos y difíciles de construir. Se trata así de dos casos de éxito, entre muchos otros que, como no podía ser diferente, nos confirman el desafío de buscar las formas en que estos casos, por ahora aislados, puedan expandirse y masificarse. Generando así un impacto relevante en términos de ahorro de agua y transformación en la percepción y relación con este elemento vital.

Básicamente, los UDDT son una tecnología que separa la orina de la materia fecal, donde el objetivo es no mezclar estas materias y mantenerlas tal y como se encuentran en el cuerpo humano, cada una en un ambiente autónomo. Este sistema permite neutralizar la posible contaminación entre ellas y hace posible aprovechar

las valiosas sustancias que en cada una de ellas se encuentran. La orina tiene naturalmente elementos químicos ricos y valiosos, algunos de los principales macronutrientes requeridos por las plantas, como son nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales, de hecho, se utilizan comúnmente como fertilizantes (Von Muench, Winker, Wendland, Kjellén, Bonzi, Olufunke, Terrefe & Morgan, 2011). Sin embargo, su aplicación generalmente se da a partir de fertilizantes industriales, lo que implica un uso de recursos y procesos contaminantes, además del impacto ambiental causado por la contaminación derivada del transporte masivo de estos productos, desde las regiones en que son fabricados, muchas veces localizadas del otro lado del planeta. Con los sanitarios secos, al no estar diluida en agua, la orina por el contrario puede ser pensada como un recurso, como una fuente de materias primas por los elementos químicos que contiene naturalmente (Canaday, 2018; Müllegger, Langergraber & Lechner, 2011; Winblad, 2004). En los casos de los sanitarios ubicados en un espacio rural, la orina puede fluir directamente a los campos adyacentes, donde determinadas plantas, como el plátano, son especialmente adecuadas para absorber y metabolizar los nutrientes. También es posible almacenar la orina en recipientes comunes para líquidos para ser vertidos posteriormente en las plantaciones, según las necesidades y características del cultivo (Von Muench *et al.*, 2011). En el Parque Omaeré se ha desarrollado un filtro sencillo a base de tierra que evita efectivamente la salida de cualquier olor desagradable.

Por otra parte, los residuos sólidos también pueden reentrar en los procesos energéticos y productivos. Al no mezclarse con agua y orina, se almacenan cubiertos con material inerte -puede ser tierra-, y en sacos de un material resistente; no necesitan ser herméticos ni pasar por ningún procedimiento sofisticado. Si son tomados unos cuidados simples de almacenamiento y tratamiento, los depósitos de tierra u otros materiales donde permanecen los excrementos, son totalmente inodoros, a pesar de lo que nuestra imaginación, fuertemente influenciada por los valores higiénicos inculcados sobre este asunto, nos haga pensar. Básicamente, es necesario garantizar una baja humedad en el ambiente y la presencia de oxígeno, además de evitar un pH neutro, siendo que un medio altamente ácido o alcalino afecta la sobrevivencia de los factores patógenos. Altas temperaturas también son eficaces para lograr la eliminación de virus y bacterias nocivas (Dabbah, 2015; Esrey *et al.*, 1998). Todas las anteriores son estrategias plenamente desarrolladas y documentadas, además de ser de fácil y económica implementación. De esta forma, si son tratados correctamente, los excrementos no solo no crean mal olor, sino que en poco tiempo los elementos patógenos, al no tener un medio como el agua o el aire para expandirse, acaban convirtiéndose en alimento para otros microorganismos. Es necesario mantener esos cuidados, ya que las heces son de cualquier forma una potencial causa de enfermedades y los microorganismos nocivos deben ser desactivados antes de poder usar esta materia como fertilizante (Jenkins, 1999). Así, en cuestión de semanas, dependiendo del clima, estas heces “desaparecen” en la tierra: se transforman y se convierten en más tierra que servirá precisamente para “alimentar” el propio retrete seco y que será usada para cubrir los nuevos excrementos que entran en el sistema. Es decir, no solo no consume recursos externos (algunos dirían que es sostenible), sino que incluso puede producir “nuevos” recursos, al conservar las sustancias que pueden utilizarse como fertilizantes, evitando el consumo de aquellos producidos químicamente. En el caso de la Finca El Silencio, el baño está construido sobre una

estructura que recibe las deposiciones en una especie de cama de hojas y follaje. Este espacio permanece cerrado, aunque no herméticamente, y se ha llegado a un punto de equilibrio en que los microorganismos presentes consumen rápidamente la materia orgánica y no es posible percibir ningún mal olor. No se trata de prototipos ni experimentos técnicos. Este sistema es perfectamente funcional y hay muchas empresas estudiando la posibilidad de producir UDDT a gran escala (Keogh, 2018). También hay numerosos casos de éxito de proyectos de introducción del sistema y algunos gobiernos ya lo ven como una alternativa razonable.

Muchos pueden pensar que se trata de una contribución menor, que la mayor fuente de desperdicio de agua proviene de la producción industrial. En términos absolutos quizá esto sea correcto, pero el porcentaje de agua potable “consumida” -por no decir directamente contaminada- en el sistema de saneamiento de los grandes centros urbanos es altísimo y, además, responde a una lógica irresponsable y absurda que impregna otros procesos del mundo actual y que simplemente podría evitarse. Revela la aceptación pasiva de modelos tecnológicos nocivos que son totalmente ciegos a los recursos finitos y necesidades del futuro próximo. Estas tecnologías, como muchas otras sofisticadas y modernas que se presentan como futuristas, en realidad no miran al futuro, sino que simplemente pretenden asemejarse a una idea irreal y contemporánea del futuro. Otros pueden pensar que este sistema es demasiado complejo y que no es práctico implantar una infraestructura de sanitarios secos, que los beneficios son menores que la inversión necesaria; también dirán que presentan muchos inconvenientes y debilidades técnicas.

En una comparación del sistema actual basado en el agua y el inodoro, y la alternativa ofrecida por los UDDT, se puede decir que la única distinción real, en términos de implementación, es que uno de los sistemas fue preferido por motivos históricos, culturales y económicos, y que por eso hoy parece la mejor opción, la más moderna y efectiva. Otras diferencias, estas sí evidentes, aparecen en cuanto a la lógica subyacente. De un lado, el agua es introducida en un proceso lineal, en un ciclo costoso e imperfecto, en el que se convierte en un medio de transporte de residuos y difícilmente vuelve al estado saludable y útil en el que entró al proceso. Todo ello se justifica por la visión higienista que pretende la eliminación, sobre todo aparente, de los peligros microbiológicos por medio de la limpieza que supone el agua. Lo que demuestra la presencia de una fobia irracional a los excrementos y a la sociedad, y que no permite un enfoque sensato, que lleve a formas de convivencia con los microorganismos que incluyan hábitos realmente seguros, y no simplemente miedo y paranoia.

Del otro lado, tenemos una propuesta que considera el agua como un recurso vital y finito, que ocupa el planeta por medio de un sistema de interconexiones que es a la vez global y capilar, que considera que los procesos naturales funcionan de forma cíclica. Procesos en los que también participan nuestros excrementos y donde su deposición es solo una fase, asumiendo así que hay formas sencillas de no truncar dichos ciclos, sino de ofrecer las condiciones para que estos sucedan; es decir, eliminar los obstáculos que como civilización acabamos creando. Tampoco se trata de defender un proyecto “perdedor” en la carrera tecnológica y tomar partido, simplemente condenando el sistema de saneamiento preponderante. Se trata de

cuestionar la lógica que hay detrás de cada solución y discutir los argumentos que las sustentan, entendiendo el momento histórico y las razones por las que se llegaron a consolidar o no. Estemos o no de acuerdo con las bondades técnicas de las UDDT, deberíamos considerar la función que atribuyen al agua y a los recursos en general; la relevancia que dan a los beneficios de los ciclos naturales y la posibilidad de inspirarnos en máquinas capaces no solo de no consumir recursos externos, sino incluso de producirlos.

#### 4. Código técnico del sistema de saneamiento

A pesar de la diversidad de perspectivas teóricas sobre la tecnología, hay una convergencia en cuanto al interés por tratar el fenómeno tecnológico en estrecha relación con su ambiente cultural e histórico, rechazando cualquier pretensión de autonomía de la ciencia y la tecnología con relación al contexto en que se produce. Estas perspectivas, conocidas generalmente como estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), tienen entre uno de sus debates principales la discusión sobre la forma en que se produce esta construcción social de la tecnología (Pinch & Bijker, 1984; Callon, 1984; Callon, 1986) y los actores allí que entran en juego, creando redes en las que el resultado final depende en gran parte de la interacción de los elementos implicados (Latour, 1998; Bijker, 1995).

En nuestro caso, elegimos un marco conceptual crítico de la tecnología, que asume la necesidad de transformar la tecnología de acuerdo con la identificación de un estado de crisis que afecta a todos los seres vivos: la actual gestión insostenible del agua. Esto permite ver la innovación como el resultado del conocimiento desarrollado a partir de las necesidades específicas de los contextos sociales involucrados (Dagnino, 2014). Es esencial centrarse en el carácter no autónomo de la tecnología y, al mismo tiempo, enfocar en la posibilidad de la participación social en el desarrollo tecnológico sobre la base de prioridades definidas colectivamente (Feenberg, 2002; Winner, 1993). Esto implica no considerar la tecnología como un medio racionalmente imparcial, impulsado por determinados principios, como el del progreso (Feenberg, 1999). En otras palabras, es fundamental centrarse en el carácter vinculante de la tecnología y sus consecuencias, pero al mismo tiempo enfatizar el potencial de intervención en el desarrollo tecnológico a partir de prioridades socialmente definidas (Feenberg, 2002, 1999). Reconocer el carácter complejo y no lineal del proceso de desarrollo tecnológico, especialmente en la fase de diseño, donde aparecen las controversias que eventualmente conducen a la estabilización (Bijker, 1995), nos permite considerar el papel de las formas de conocimiento técnico espontáneo o no formalizado. Lo que significa asumir la participación en el proceso de diseño tecnológico de actores no especializados, pero involucrados en las consecuencias del uso de la tecnología (Feenberg, 2002). Lo que no significa subordinar la técnica a la política; no se trata de sacrificar la eficiencia en pro de una ideal. Puede parecer que es así solo si asociamos la eficiencia con la ganancia; sin embargo, hay otras formas de considerar la eficiencia que no se relacionan con los índices cuantitativos de bienestar material (Feenberg, 2002).

En este sentido, el concepto de “código técnico” es crucial (Feenberg, 2002), ya que explica la intervención de un interés social en la elección de una determinada

solución técnica. El código técnico se manifiesta en la realización de un interés social en una determinada solución técnica, asociada con un problema generalizado en un dado contexto. De esto tenemos que, muchas veces, hay varias soluciones al mismo problema y actúan allí criterios que no son necesariamente técnicos para definir la elección de la solución que acaba prevaleciendo (Feenberg, 2002). Las visiones deterministas, que asumen que la tecnología es un fenómeno autónomo, definido objetivamente por la técnica y las teorías instrumentalistas, que consideran que ésta es controlada por la voluntad humana en pro de un objetivo predefinido, como el del progreso, suponen que el criterio decisivo, en un momento de convivencia de soluciones divergentes, sea siempre la eficiencia (Feenberg, 2002). Sin embargo, el proceso parece más complejo, por ser un fenómeno humano y colectivo. Lo que no quiere decir que se niegue la eficiencia, sino que las metas que guían el diseño de las tecnologías siguen un determinado programa social. Es decir, este proceso no se define únicamente por criterios de eficiencia, hay otros intereses en juego, que también responden a una agenda social (Feenberg, 2002). De la misma forma, una demanda social puede impulsar un determinado código técnico, pero también las características de una técnica que se consolida y es usada pueden generar determinados valores (Feenberg, 2002). Esto es, no se trata de una influencia en un solo sentido. No es solamente lo social, a partir de intereses y valores, lo que define a la técnica, sino que la convivencia con la técnica y los significados que se le asignan influyen los valores sociales que marcan el contexto en que nuevas técnicas son diseñadas. Es necesario entonces cuestionar la pretendida neutralidad técnica, sustentada en criterios de eficiencia, y enfocarse en el abanico más amplio de intereses en campo, logrando así ver nuevos potenciales caminos de desarrollo en el diseño tecnológico. Se trata de una comprensión de la tecnología que cuestiona la idea de que ésta simplemente responde a un modelo de oferta y demanda, que la reduce a un producto que se ofrece a un público que la requiere (Dagnino, Brandão & Novaes, 2004).

187

En el caso específico de la gestión del agua en los sistemas de saneamiento convencionales, entran en juego varios intereses que deben ser analizados históricamente, ya que interfieren en el diseño de las soluciones técnicas en uso y han llevado a la configuración de un paradigma que hoy podemos considerar ineficiente y subordinado a prioridades culturales. El actual sistema de saneamiento que prevalece demuestra ser obsoleto e ineficiente (Winblad, 2004; Phlush, 2012). Las redes de alcantarillado que aportaron importantes beneficios iniciales al saneamiento de las grandes ciudades no resuelven el problema de la gestión de las aguas residuales (De Decker, 2010), ya que, como vimos, se basan en una lógica de *out of sight, out of mind*; es decir, se limitan a retirar el agua contaminada lejos de su fuente (Canaday, 2018). Agua contaminada que el propio sistema ha producido. Así, no solo se contaminan grandes cantidades de agua potable, sino que también se desperdician nutrientes que, depositados adecuadamente, pueden cumplir la función que hoy asumen los fertilizantes químicos e industrializados, producidos de forma insostenible (Canaday, 2018). Con los inodoros que siguen el modelo UDDT es posible separar las sustancias líquidas de las sólidas, retirando los componentes químicos de la orina para ser aprovechados y utilizando los residuos sólidos también como abono o incluso como combustibles en biodigestores (Jenkins, 1999; Müllegger, Langergraber & Lechner, 2011).

Lo anterior sugiere que en el diseño tecnológico no solo intervienen los intereses sociales, sino que las técnicas, cuando se consolidan, también afectan las formas en las que pensamos en ellas como sujetos sociales, inmersos en un determinado contexto de desarrollo tecnológico. Habiendo identificado el peligro latente del contacto con las heces, el sistema le daba un tratamiento que efectivamente retiraba el peligro, usando un medio que naturalmente facilitaba ese transporte. El conocimiento científico sobre enfermedades contagiosas y su relación con los excrementos llevó a crear conciencia sobre una problemática estrechamente relacionada con el crecimiento de las ciudades modernas europeas. La función de los microorganismos y la respuesta asociada con el concepto de higiene remodelaron las políticas públicas del urbanismo, lo que llevó al surgimiento de los sistemas de alcantarillado modernos, basados en el agua como recurso central. Medio no solo extremadamente eficiente en términos físicos, por su capacidad espontánea de transportar y alejar sustancias, siguiendo sus cauces naturales, sino también adecuado como elemento asociado fuertemente con la higiene, el agua lava, limpia y retira las impurezas. Esto es, se trata de un sistema ampliamente eficiente y funcional. La mezcla de estas sustancias con agua las hacía inviables como abono, pero la alternativa química, barata y eficiente, hacía que esto no fuera una gran pérdida. Lo más común es que las ciudades ya dispusieran de cursos de agua próximos y la preocupación por la escasez de agua y su condición de recurso vital y finito no estaban a la orden del día en el siglo XIX, o por lo menos no era una preocupación ampliamente difundida. Recordemos que la difusión del inodoro, que inicialmente respondió a las necesidades fisiológicas de un individuo, se populariza y se asocia con un símbolo de civilización y progreso, en contraposición a las formas anteriores de defecar, consideradas entonces como atrasadas y propias de culturas inferiores. A esta propuesta técnica de usar un asiento para defecar se le suma el desarrollo de la inclusión de una descargar de agua conectada a un sistema de alcantarillado que retira las sustancias, representando así un avance definitivo y contundente con relación a los proyectos competidores o paralelos que no usaban agua. Garantizando así la prevalencia de un método que depende del agua e implica un uso indiscriminado y contaminante.

188

El cuadro apenas descrito parece mostrar un desarrollo de la tecnología con consecuencias nocivas y evitables; sin embargo, surge de procesos perfectamente lógicos y alineados con un proyecto eficiente y elaborado. El sistema de saneamiento que se consolidó no solo resolvió un problema de forma eficiente para el momento, sino que vehiculó una interpretación sobre el uso del agua, su función higiénica, y además incentivó hábitos cotidianos que reforzaban significados sobre las heces y nuestra relación con ellas. Confirmaban la idea, reforzada por la ciencia, de que se trataba de sustancias peligrosas que debíamos alejar con ayuda del agua, elemento cómodo y potencialmente limpio, disponible de una forma en que no era necesario preocuparse por su finitud. El sistema de saneamiento convencional presenta entonces un uso del agua que hemos definido aquí inclusive como irracional, pero esto no quiere decir simplemente que siga principios ilógicos o insensatos. Muy por el contrario, es extremadamente eficiente para resolver el problema que se planteaba en el momento que se consolida. No implica que se trate de un comportamiento irracional o que promueva la ineficiencia; simplemente demuestra que la interpretación e interacción con las tecnologías pueden responder a principios y criterios de tipo -también- cultural y no solamente técnico.

Cuando el inodoro hoy convencional estaba consolidándose, otras soluciones competían por la predominancia. En Holanda en el siglo XIX, por ejemplo y por citar solo uno de los desarrollos técnicos alternativos, el modelo de Liernur, que no usaba agua y funcionaba con vacío, fue difundido en un número importante de residencias (De Decker, 2010). Estaba pensado para recolectar las excretas para ser posteriormente comercializadas como abono; de hecho, era ese uno de los objetivos comerciales de su inventor (De Decker, 2010). Sin embargo, con el surgimiento de los abonos químicos, el artefacto perdió esa ventaja económica, lo que desincentivó su difusión, además de permitir la conexión del artefacto a la red de alcantarillado; es decir, se podía “transformar” fácilmente en un inodoro de descarga de agua. Así, sin un interés económico para usar el sistema seco, más el incentivo del uso de agua, asociado con valores de higiene y modernidad, que representan el conocimiento científico en pro de la salud y el combate de las enfermedades, el inodoro hoy convencional se consolidó como la solución más eficiente y adecuada al contexto técnico y social del momento. ¿Por qué se ha dicho entonces aquí que se trata de un sistema irracional? Porque la situación actual del agua como recurso ha cambiado y los valores asociados con los recursos en general siguen nuevas tendencias, la sostenibilidad, el reciclaje, los recursos renovables, que funcionan como criterios que influyen intereses que permean la reflexión y la discusión sobre los diseños técnicos.

Tenemos así más de un diseño que resuelve un determinado problema; cada uno responde a criterios de eficiencia a su manera. Sin embargo, la forma en que entienden el agua, el uso de los recursos, los ciclos y su relación con la higiene es totalmente diferente. Del mismo modo, los intereses sociales que sustentan cada uno de los sistemas siguen programas sociales divergentes. Además, y esta diferencia es crucial, uno de los sistemas es predominante y consolidado, aceptado como la mejor, sino la única, opción. Del otro lado tenemos una solución que se presenta como desafiadora, que no ha sido probada a gran escala y que incluso se le consideraba como atrasada, un retroceso, y hasta un peligro sanitario. De esta forma, si, como se propuso antes, la tecnología puede ser definida y transformada también a partir de los intereses sociales, estos no deben ser simplemente aquellos asociados con el beneficio económico o algún tipo de hegemonía. Pueden también responder a una demanda socialmente sentida y determinada; en este caso, la conciencia y reflexión sobre la situación actual de los recursos hídricos y sobre las características de los recursos que usamos en los procesos productivos y vitales. Estos intereses pueden definir los criterios que guían el diseño y la elección de determinada solución técnica, sugiriendo que un sistema de saneamiento que tenga por base los inodoros UDDT se adapta mejor a las prioridades vitales para muchas personas hoy en día, no solo reduciendo el consumo de agua, que en realidad sería una consecuencia, sino proponiendo otra relación con este recurso, asignándole el significado y estatus que le corresponde: el de una sustancia vital y esencial, y no un medio de transportar desechos. Además, repensando la función de los recursos en los procesos productivos, incluso el formato y lógica de estos procesos, viéndolos como ciclos, en que los recursos circulan continuamente y que se tornan más eficientes si no son cortados, como es el caso de las sustancias orgánicas que pueden ser reintroducidas como nutrientes y no simplemente (intentar) que sean descartadas.

## 5. Implantación masiva del sistema seco: una propuesta de trabajo

Tenemos entonces una técnica disponible y eficiente, con ejemplos de implementación virtuosos, pero que no se aplica como solución de forma masiva, básicamente por barreras culturales o de hábitos. Parece pertinente hacer lo posible para entender cómo se podría incentivar y finalmente realizar esta transición urgente. Ofrecemos entonces el siguiente esquema básico de diseño de una metodología que podría guiar un proceso amplio en ese sentido.

Se propone aquí adoptar una perspectiva basada en la lógica de diseño *cradle to cradle*, una iniciativa que cuenta con varios ejemplos concretos de aplicación alrededor del mundo. Esta lógica de diseño considera ciclos circulares en que los recursos reutilizados entran como materias primas y no como sustancias degradadas química y físicamente, que requieren complejos y costosos procesos (muchas veces contaminantes) para hacerlos útiles nuevamente. Esta lógica busca diseños en que los productos estén pensados ya para constituirse en nuevas materias primas, sin generar residuos, produciendo nuevos nutrientes que van a alimentar los procesos vitales. En el caso del sistema sanitario seco y circular, se busca un diseño en el que lo que era visto como residuos tóxicos se vuelva nutrientes que entran de nuevo en los ciclos productivos, reemplazando desperdicios por nuevas materias primas.

Para masificar el sistema seco, hay que identificar los obstáculos provenientes de las resistencias culturales del sistema actual (diagnóstico) y los desafíos técnicos a superar para implantar el sistema circular a gran escala (proyección). Y ya que este propósito incluye una perspectiva técnica sobre el diseño de los sistemas de saneamiento y sobre el contexto histórico y social de estas tecnologías, se hace necesario un enfoque interdisciplinar que debería llegar a la producción de un modelo base (prototipo) a ser eventualmente implantado. Tenemos entonces dos fases consecutivas y complementarias, diagnóstico y proyección, que confluyen en una tercera, el prototipo, y que detallamos en seguida.

### 5.1. Diagnóstico

Se trata de definir rasgos culturales y hábitos sociales que sustentan y justifican el sistema actual. Esto es, a partir de un enfoque histórico y sociológico, que involucre las herramientas teóricas señaladas anteriormente y los métodos de los estudios CTS, se busca analizar los valores y las premisas que históricamente condicionaron su diseño y los hábitos reforzados con el uso de tal tecnología. Específicamente, la forma en que están proyectadas nuestras habitaciones urbanas modernas, especialmente los cuartos de baño y los artefactos que allí usamos, así como los significados que, desde pequeños, aprendemos a darle a esos espacios.

- Explorar las premisas históricas y culturales del sistema de saneamiento convencional (especialmente el concepto de higiene, eficiencia técnica y uso del agua).
- Cuestionar el diseño convencional a partir de las alternativas históricas y actuales existentes.

- Evaluar las barreras culturales para la posible adopción de un sistema del sanitario seco.

## 5.2. Proyección

Ya existen las condiciones técnicas eficientes para producir inodoros secos, generalmente como unidades aisladas y frecuentemente en el medio rural o en habitaciones individuales (casas). La implantación masiva, en habitaciones colectivas y en el medio urbano, representa un desafío en términos de diseño urbanístico y arquitectura. Se debe garantizar que los residuos sean captados, sin entrar en contacto con el agua y reintroducidos en ciclos productivos. En esta fase se debe proponer cómo ampliar estas soluciones a gran escala. A partir de los resultados de la fase de diagnóstico se debe realizar una investigación experimental para probar la eficacia técnica de materiales, procesos, artefactos y mecanismos, entre otros. Se busca con esto una propuesta concreta de diseño alternativo al convencional:

- Rediseño de los baños con inodoro secos, teniendo en cuenta los resultados de la fase de diagnóstico.
- Rediseño arquitectónico que permitan la recogida cómoda y funcional de los residuos.
- Rediseño del sistema de almacenamiento, transporte y deposición de los residuos.

191

## 5.3. Prototipo

El modelo propuesto tiene en cuenta la fase de diagnóstico y la proyección; esto es, los obstáculos culturales encontrados y las soluciones técnicas masificadas. Para esto debe incluir tres productos:

- *Urbanismo/arquitectura*: propuesta funcional de adecuación de habitaciones.
- *Diseño/ergonomía*: propuesta de rediseño de los artefactos del baño (inodoro seco) que sea compatible con los hábitos culturales identificados.
- *Cultura*: propuesta de transición de hábitos hacia nuevas formas de uso del baño.

Se trata de una propuesta inicial de transición colectiva hacia un sistema seco de saneamiento y que pretende dar un abordaje amplio e interdisciplinar que considere el fenómeno tecnológico a partir de sus trazos históricos y culturales, y que llegue a una visión crítica, pero que permita generar una propuesta de transformación o transición basada en insumos fundamentados y comprensivos.

## Bibliografía

Benidickson, J. (2011). *The culture of flushing: A social and legal history of sewage*. Chicago: The University of Chicago Press.

Bijker, W. (1995). *Of bicycles, bakelites, and bulbs: Toward a theory of sociotechnical change*. Cambridge: MIT Press.

Callon, M. (1984). Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuç Bay. *The Sociological Review*, 32(1), 196-233.

Callon, M. (1986). The sociology of an Actor-Network: The case of the electric vehicle. En M. Callon, J. Law & A. Rip (Eds.), *Mapping the dynamics of science and technology: Sociology of science in the real world (19-34)*. Houndmills: Macmillan.

Canaday, C. (2018). Why wet sanitation is washed up, while dry is high and dry. Blog Inodoro Seco, 2 de abril. Recuperado de: <http://inodoroseco.blogspot.com/>.

Cerda L, J. & Valdivia C, G. (2007). John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna. *Revista Chilena de Infectología*, 24(4), 331-334. DOI: 10.4067/S0716-10182007000400014.

192 Cerdá, E. & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401(3), 11-20.

Clemente, A., Chica, E. & Peñuela G. (2013). Procesos de tratamiento de aguas residuales para la eliminación de contaminantes orgánicos emergentes. *Revista Ambiente & Agua*, 8(3), 93-103. DOI: 10.4136/ambi-agua.1176.

Dabbah, F. A. (2015). *Sistemas de saneamiento seco, baño seco*. San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI.

Dagnino, R. (2014). *A tecnologia social e seus desafios*. En *Tecnología Social: aportaciones conceptuales y metodológicas*. Campina Grande: EDUEPB.

Dagnino, R., Brandão, F. C. & Novaes, H. T. (2004). Sobre el marco analítico concebido por la tecnología social. En A. Lassance Jr. *et al.* (Eds.), *Social technology: a strategy for development*. Río de Janeiro: Fundação Banco do Brasil.

Davison, K. (2001). *The sit-down flush toilet revisited [Tesis]*. Calgary: University of Calgary. DOI: 10.11575/PRISM/19959.

De Decker, K. (2010). Recycling animal and human dung is the key to sustainable farming. Blog Low-Tech Magazine, 10 de septiembre. Recuperado de: <https://www.lowtechmagazine.com/2010/09/recycling-animal-and-human-dung-is-the-key-to-sustainable-farming.html>.

Esrey, S. *et al.* (1998). *Saneamiento Ecológico*. Estocolmo: Asdi.

- Feenberg, A. (1999). *Questioning Technology*. Albany: Routledge.
- Feenberg, A. (2002). *Transforming Technology*. Nueva York: Oxford Press.
- Glick, T. F. (1987). *Ciencia, tecnología y medio ambiente urbano: Las crisis del saneamiento en el Londres medieval y victoriano*.
- Hart-Davis, A. (1997). *Thunder, Flush, and Thomas Crapper: An Encycloopedia [sic]*. Trafalgar Square Pub.
- Jenkins, J. C. (1999). *The humanure handbook: a guide to composting human manure*. Grove City: Jenkins Pub.
- Keogh, L. (2018). *Flows of Science: Source Separation Technology at the Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology*. Dübendorf: Eawag.
- Latouche, S. (2018). *Hecho para tirar: la irracionalidad de la obsolescencia programada*. Barcelona: Ediciones Octaedro.
- Brown, S. & Latour, B. (1998) De la mediación técnica. Filosofía, sociología, genealogía. En S. Brown, M. Callon, B. Latour, J. Law, N. Lee, M. Michael, V. Singleton, M. Domènech & F. J Tirado (Eds.), *Sociología simétrica: ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad (249-309)*. Barcelona: Gedisa.
- McDonough, W. & Baungart, M. (2002). *Cradle to Cradle. Remaking the way we make things*. Nueva York: North Point Press.
- McDonough, W. & Baungart, M. (2013). *The Upcycle: Beyond Sustainability--Designing for Abundance*. Nueva York: North Point Press.
- Müllegger, E., Langergraber, G. & Lechner, M. (2011). *Sustainable Sanitation Practice*. EcoSan Club, 10(1). Recuperado de: <http://www.ecosan.at/ssp/ssp-journal/>.
- Organización Mundial de la Salud (2012). *Evaluación de métodos para el tratamiento doméstico del agua: metas sanitarias y especificaciones de eficiencia microbiológica*. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/79186>.
- Phlush (2012). *A Rough History of Sanitation in the West*. Blog Phlush, 27 de noviembre. Recuperado de: <http://www.phlush.org/2012/11/27/a-rough-history-of-sanitation-in-the-west/>.
- Pinch, T. & Wiebe B. (1984). *The Social Construction of Facts and Artefacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other*. *Social Studies of Science*, 14(3), 399-441.
- Prieto-Sandoval, V., Jaca-García, C. & Ormazabal-Goenaga, M. (2017). *Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación*.

Prignano, Á. O. (2014). *El inodoro y sus conexiones: La indiscreta historia del lugar de necesidad que, por común, excusado es nombrarlo*. Buenos Aires: Biblos.

PNUMA (2019). *Perspectiva mundial del medio ambiente GEO 6. Planeta sano, gente sana*. Nairobi: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Rodriguez, D., Serrano, H., Delgado A., Nolasco D. & Saltiel, G. (2020). *De residuo a recurso: Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes para la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe*. Washington DC: World Bank. Recuperado de: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33436>.

Salaverria, M. (1995). *Las redes unitarias de saneamiento. Criterios de diseño y control*. Revista de Obras Públicas, 33.

Valero, A., Calvo, G. & Valero, A. (2021). *Nuevos materiales, nuevas tecnologías y nuevos retos de la transición ecológica*. *Ambienta*, 128, 30-41.

Von Muench, E., Winker, E., Wendland, C., Kjellén, M., Bonzi, M., Olufunke, C., Terrefe, A. & Morgan, P. (2011). *Guía Práctica de Uso de la Orina en la Producción Agrícola*. EcoSanRes Series, 2011-2. Estocolmo: Stockholm Environment Institute.

Winblad, U. (2004). *Ecological Sanitation*. Estocolmo: EcoSanRes Programme.

194

Winner, L. (1993). *Upon Opening the Black Box and Finding It Empty: Social Constructivism and the Philosophy of Technology*. *Science, Technology & Human Values*, 18(3), 362-378.

Wright, L. (1980). *Clean and Decent: The History of the Bath and Loo and of Sundry Habits, Fashions & Accessories of the Toilet, Principally in Great Britain, France & America*. Londres: Routledge & Kegan Paul Books.

WWAP (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. París: UNESCO.