

Ingenieros del Antropoceno digital: la enseñanza de las ingenierías en una época incierta *

Engenheiros do Antropoceno digital: o ensino de engenharia em uma era incerta

Engineers of the Digital Anthropocene: Teaching Engineering in an Uncertain Era

José Manuel de Cózar Escalante **

Si bien no ha sido oficialmente aprobada, cada vez se extiende más la idea de que hemos entrado en la época geológica conocida como Antropoceno. Sería la época del hombre entendido como un ser humano con capacidad para modificar el sistema Tierra en su conjunto. En esta transformación, las tecnologías desempeñan un papel fundamental. Es crucial reflexionar sobre las consecuencias, tanto positivas como indeseadas, de los avances de las tecnologías emergentes, y entre ellas las tecnologías digitales. Se han depositado muchas esperanzas en las tecnologías digitales a la hora de revertir las trayectorias preocupantes del Antropoceno, pero también hay voces que alertan de la dimensión sombría del “Antropoceno digital”. La enseñanza de las ingenierías debe recoger el estudio y análisis de estos temas, de modo que los futuros profesionales se formen con una perspectiva suficientemente amplia a la hora de abordar los problemas que encontrarán en el desempeño de su actividad profesional. Es necesario fomentar un acercamiento entre las nuevas humanidades digitales y ambientales y las titulaciones técnicas, a fin de que colaboren en la resolución de los problemas de esta nueva época.

185

Palabras clave: Antropoceno; tecnología digital; enseñanza de la ingeniería; desmaterialización; humanidades digitales y ambientales

* Este artículo ha sido posible gracias al apoyo del proyecto “Praxeología de la cultura científica: concepto y dimensiones” (FFI2017-82217-C2-1-P) del Plan Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, España.

** Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia, la Educación y el Lenguaje, Universidad de La Laguna, España. Correo electrónico: jcozar@ull.edu.es.

Embora não tenha sido oficialmente assumida, a ideia de que entramos na época geológica conhecida como Antropoceno tem-se vindo a ampliar. Seria a idade do homem, entendido como um ser humano com a capacidade de modificar o sistema da Terra como um todo. Nesta transformação as tecnologias desempenham um papel fundamental. Em particular, é crucial refletir sobre as consequências, tanto positivas quanto indesejadas, dos avanços das tecnologias emergentes, incluindo as tecnologias digitais. Elas têm depositado grandes esperanças sobre como reverter os caminhos do Antropoceno, mas também existem vozes que alertam para a dimensão sombria do “Antropoceno digital.” O ensino de engenharia tem de investigar estas questões, para que os futuros profissionais sejam formados com abertura suficiente para resolver os problemas encontrados no desempenho da sua atividade profissional. É necessário promover uma aproximação entre as novas humanidades digitais e ambientais e as qualificações técnicas, a fim de colaborar na resolução dos problemas desta nova era.

Palavras-chave: Antropoceno; tecnologia digital; educação em engenharia; desmaterialização; humanidades digitais e ambientais

Although it has not been officially approved, the idea that we have now entered the Anthropocene era is becoming more widely accepted. This refers to a geological epoch in which human beings have the capacity to modify the Earth's system as a whole. Because technology plays a fundamental role in this transformation, it is crucial to reflect on the consequences, both positive and undesired, of emerging technologies, including digital technologies. Many hopes have been placed on digital technologies when it comes to reversing the troubling paths of the Anthropocene, but there are also voices that warn of the bleaker dimension of the “digital Anthropocene”. With this in mind, engineering education should include the study and analysis of these topics, so that future engineers will be able to efficiently deal with the problems they encounter in the performance of their professional duties. It is necessary to promote a rapprochement between the new digital and environmental humanities and the technical qualifications, so that they can collaborate in the resolution of the problems of this new era.

Keywords: Anthropocene; digital technology; engineering education; dematerialization; digital and environmental humanities

Introducción

El Antropoceno, o “época del hombre”, es una nueva época geológica en la que el ser humano se ha convertido en una fuerza con capacidad para transformar la Tierra a escala global. Entre los efectos producidos, el más importante sería el cambio climático, pero hay muchos más. En todo el mundo se debate cada vez con mayor intensidad sobre su significado y sus implicaciones (Arias, 2018; de Cózar, 2019; Fernández, 2011; Hamilton *et al.*, 2015; Rull, 2018).

Un campo crucial de reflexión es la confluencia entre el Antropoceno y las tecnologías y tecnociencias emergentes (nanotecnología, biología sintética, robótica, inteligencia artificial), y más en concreto las tecnologías del mundo digital. Este último caso configura el “Antropoceno digital”. Se trata de una expresión que inicialmente puede causar extrañeza, pero que va cobrando sentido a medida que indagamos en la enorme complejidad de las interacciones que se producen entre los nuevos modelos económicos y sociales que estas tecnologías propician y la situación ecológica del planeta.

El Antropoceno digital se define como la confluencia, en este siglo XXI, de la revolución digital, el cambio climático y los conflictos sociales, económicos y políticos en curso. Por su parte, las humanidades digitales (y ambientales), a las que se volverá luego, pueden ser contempladas como parte de la respuesta académica a esos problemas. La noción de un Antropoceno digital está asociada a la esperanza de que las nuevas tecnologías puedan enfrentarse al cambio climático global, permitan a los humanos adaptarse a los nuevos entornos y contribuyan, en definitiva, a la creación de formas sostenibles de existencia en el planeta (Travis y Holm, 2016).

187

Así pues, en lugar de reforzar la senda insostenible por la que transita la civilización, las nuevas tecnologías (digitales o no) deben colaborar en la resolución de los enormes problemas que trae consigo el Antropoceno, mediante la reducción de la explotación de recursos naturales, el cambio de paradigma energético, la evaluación técnica, ambiental y ética, seria y en profundidad, de las soluciones propuestas (como las de la geoingeniería), el desarrollo de redes de “inteligencia colectiva” y un largo etcétera.¹

Lo que se quiere plantear aquí es que la familiarización de los futuros ingenieros con la noción de Antropoceno —y, más en concreto, con el Antropoceno digital— les ayudaría a adquirir una panorámica o visión de conjunto más amplia que aquella que les proporcionan los enfoques disciplinares usuales de resolución de problemas, una mayor sensibilización y conciencia de la red de interacciones y efectos que tienen lugar entre las tecnologías y tecnociencias emergentes, las dinámicas sociales y la realidad natural.

1. Para un planteamiento más general sobre los criterios deseables con los que habría que valorar las propuestas tecnológicas, véase Quintanilla *et al.* (2017).

Además, el campo reciente de estudios interdisciplinarios y transdisciplinarios conocido como “humanidades digitales y ambientales” quizás pueda contribuir a que las humanidades no continúen en un proceso de decadencia y puedan cumplir una función destacada en la comprensión de lo que supone la existencia humana en el Antropoceno, y aún más importante: de cómo podría y debería mejorar.

1. Significado e importancia del Antropoceno ²

Tradicionalmente se suponía que los efectos del trabajo humano sobre el suelo, el agua o la atmósfera eran insignificantes en relación al tamaño de la Tierra y a la magnitud de los procesos naturales. En cambio, ahora tenemos razones para pensar que no es así. Lo que resulta más remarcable: si el ser humano se ha convertido en el mayor agente de cambio del planeta, el principal problema es que está ocasionando una enorme aceleración de ese cambio si se compara con la relativa lentitud de los agentes naturales, cuya acción requiere de lapsos de tiempo por lo general extensísimos, difícilmente imaginables, muy alejados de la escala en la que tiene lugar la historia humana. El tiempo geológico está siendo alterado por el curso vertiginoso de nuestra historia. Por desgracia, los procesos de recuperación naturales pueden prolongarse durante décadas, siglos o milenios, demasiado para muchos de nosotros.

Existen dos interpretaciones, diametralmente opuestas, de lo que significa vivir en el Antropoceno. Hay quienes lo ven como una amenaza para el presente y futuro de la humanidad. Tal amenaza podría acabar convirtiéndose en una catástrofe de enorme magnitud e incluso desembocar en la extinción de nuestra especie. Serían los catastrofistas o, por emplear una extraña expresión, “misanthropocénicos”.³ En cambio, para los que cabría denominar “antropocenistas”, es una oportunidad única para ejercer por fin un control completo y definitivo sobre el planeta, gracias al poder que nos otorgan la ciencia y la tecnología modernas. Por ejemplo, la geoingeniería (ingeniería del clima o climática) realiza propuestas de soluciones para el cambio climático mediante proyectos de intervención a gran escala. Entre los más discutidos están los de disminución de la radiación solar por medio de un incremento de la capacidad de reflexión de la luz (con reflectores, “siembra de nubes”, etc.). Asimismo, se plantea la reducción del dióxido de carbono presente en la atmósfera, que sería capturado mediante la fertilización del océano con hierro, con la generación de más fitoplancton, o mediante el uso masivo de máquinas destinadas a ese fin, así como otros megaproyectos. Los antropocenistas también están convencidos de que pueden “gestionar” los ecosistemas como si se tratara de modernas fábricas, transformándolos a nuestro gusto para obtener de ellos, de manera eficiente y sostenible, los recursos y servicios que necesitamos para garantizar nuestra supervivencia y bienestar.

2. Adaptado a partir de de Cózar (2017).

3. Más información disponible en: <http://www.themisanthropocene.com/>.

Es imprescindible tomar conciencia de que, con independencia de que se emplee explícitamente el término que nos ocupa, optar por una de estas dos visiones no equivale a una mera cuestión de gusto o de índole puramente teórica. Las líneas de actuación respecto a los problemas que nos apremian dependerán de cómo planteemos el Antropoceno. Las consecuencias de nuestras acciones diferirán de manera dramática, y, en definitiva, también lo hará el futuro del planeta, de la humanidad y de los seres que lo habitan. En toda esta discusión, la cuestión de fondo es la necesidad de una reconceptualización en profundidad de las relaciones entre los seres humanos, las tecnologías y la realidad natural.

2. Cómo plantear el Antropoceno digital

Es obvio que las tecnologías digitales potencian numerosas capacidades humanas y tecnológicas. Algunas de ellas ya existentes (como vemos claramente en el ámbito de la comunicación). Otras capacidades son novedosas (como las que posibilitan tantas herramientas biomédicas o, en la vida ordinaria, algunas aplicaciones de los *smart phones*). Esto de por sí presenta un enorme potencial transformador de la realidad humana. Es un potencial que se está actualizando ante nuestros ojos, o bien a nuestras espaldas. Consideremos brevemente algunos planteamientos incluso más radicales sobre el papel que pueden tener las tecnologías digitales en la preservación y florecimiento de la vida humana y no humana.

Así, según algunos autores, estamos asistiendo a la transformación de la inteligencia humana en términos de una progresiva constitución de una inteligencia colectiva global. Las claves de esa transformación serían el reemplazo de lo analógico por lo digital, el pensamiento centrado en el diseño (*design thinking*), el pos-secularismo frente a la tradición y la percepción y agencia humanas como los motores principales del cambio planetario (Travis y Holm, 2016: 188).⁴

189

Las tecnologías digitales, como todos comprobamos en nuestra existencia cotidiana, están modificando profundamente las relaciones humanas dentro del territorio, así como la producción de bienes y servicios, el conocimiento, la identidad personal, la memoria individual y la colectiva. En el Antropoceno se requiere un planteamiento tecnológico global que, por un lado, se muestre respetuoso con los procesos de la biosfera, pero por otro proporcione herramientas para poder afrontar los enormes problemas ecosociales que nos acucian. La agencia humana tiene una importante cuota de responsabilidad en los cambios climáticos y en los desequilibrios ecológicos que estamos padeciendo. Existe la tentación de pensar que gracias a las nuevas tecnologías seremos omnipotentes, de modo que podremos revertir la dinámica por la que estamos transitando y convertir el planeta entero en nuestra casa y huerto, un artefacto perfectamente controlado. Creemos que podemos “artificializar”

4. Por *design thinking* se conoce un planteamiento y metodología del diseño que parte de las personas y por tanto intenta comprender a los usuarios futuros de la innovación planteada.

con éxito los sistemas biofísicos mediante la geoingeniería, la biología sintética, la nanotecnología y tantas otras tecnologías que se están desarrollando a día de hoy, incluidas las digitales. Las tecnologías digitales pueden contribuir a observar los parámetros ambientales y transmitirlos en tiempo real, quizás incluso transformando sus valores de un instante al siguiente mediante sofisticados sistemas de control. Desconocemos las consecuencias imprevistas e indeseadas de unos proyectos tecnológicos a tan gran escala. En cualquier caso, todo esto tiene que ser motivo de reflexión para estudiantes y para profesionales de la ingeniería.

Un enfoque prometedor es el de pensar que, así como el Antropoceno plantea desafíos globales, las tecnologías digitales pueden responder a estos desafíos gracias a sus características intrínsecas. Una red global de comunicación se ha extendido de hecho por el mundo, con infinidad de subredes y de usos. Muchas de estas redes y actividades pueden ser positivas a la hora de encarar los problemas del Antropoceno. Dicho en términos más metafóricos: una piel digital se extendería sobre el planeta, de manera que Gaia, más que coartada o amenazada por dicho manto, lo contemplara como una parte de sí misma que le es útil a la hora de autorregularse.

Autores como Ferry (2017) y de Rosnay (2015), con su defensa de un “hiperhumanismo”, van en esa línea: los seres humanos no tienen por qué ser los enemigos o parásitos de Gaia. Por el contrario, pueden constituir una legítima parte de ella, al igual que el resto de elementos que la componen. La peculiaridad de nuestra especie es que aportaría una conciencia e inteligencias superiores, de las que habría que hacer uso para resolver adecuadamente y eficazmente los problemas eco-sociales. Más aún, gracias al desarrollo de las tecnologías digitales estaríamos asistiendo a la creación de una inteligencia colectiva humana que podría ser clave en la lucha contra los problemas planteados por el Antropoceno. Es una visión sin duda muy optimista, pero que puede servir de acicate a investigadores y profesionales que desempeñan su labor en estos campos.

190

3. ¿Desmaterialización?

A partir de los años 70 del siglo XX se hicieron famosos ciertos informes que alertaban sobre los límites biofísicos con los que se topaba el crecimiento económico, hasta ese momento prácticamente incuestionado.⁵ La idea, muy clara, es que no puede haber un crecimiento ilimitado en un planeta con recursos limitados. La superpoblación, las consecuencias ambientales del desarrollo industrial, la explotación de los recursos naturales y en general el impacto de las actividades humanas en el sistema Tierra han seguido hasta ahora, salvo excepciones, la senda de la insostenibilidad.

5. El más conocido fue el informe al Club de Roma de 1972, elaborado por un grupo de científicos liderados por Donella Meadows, y denominado así: “Los límites del crecimiento”. Ese informe fue actualizado en 1992 y en 2004.

El avance de las tecnologías digitales, así como las mejoras en la eficiencia energética, el uso compartido de ciertos artefactos y la disminución de la cantidad de material con el que se fabrican los productos ha llevado a pensar a algunos autores que la economía podría estar asistiendo a un proceso de creciente “desmaterialización”. Lamentablemente, las cosas son más complicadas. Es sabido que el abaratamiento de los productos debido a las mejoras en la eficiencia produce un efecto rebote que aumenta el consumo, con lo que este aumento anula el efecto beneficioso obtenido. Un ejemplo muy sencillo: si la gasolina es más barata, probablemente usaremos más el coche. Además, se está produciendo un aumento del consumo en términos absolutos debido al crecimiento de la población mundial. El incremento del poder adquisitivo a lo largo y ancho del planeta lleva aparejada una demanda creciente de bienes y servicios. Un caso evidente es el de China en estos últimos años.

Centrándonos tan sólo en los efectos en la desmaterialización atribuibles al desarrollo de las tecnologías digitales, hay que tener en cuenta unos factores que a menudo resultan invisibles para la mayoría de nosotros en nuestras prácticas cotidianas (Fernández, 2011: 88-91).⁶ Así, pensamos que es preferible leer un documento en internet a imprimirlo, debido al ahorro en tinta y papel. Ahora bien, mientras estamos delante de la pantalla, se está consumiendo energía: en el funcionamiento del dispositivo que estamos empleando, en los servidores donde se almacena la información y en las redes que la transmiten. Cada aparato supone una cantidad elevada de materiales, agua y energía en los procesos de extracción, transporte, fabricación y gestión de residuos tras su vida útil. En especial, el uso de ciertos minerales provoca tensiones en los países donde se obtienen, las baterías representan un grave problema de contaminación y la obsolescencia programada hace que sea muy breve el periodo en el que estos artefactos se emplean, siendo rápidamente sustituidos por nuevos modelos. Por lo demás, las tecnologías de la información y de la comunicación son responsables de la emisión a la atmósfera de grandes cantidades de gases de efecto invernadero, tanto en su infraestructura como durante la transmisión de datos.

191

Un problema extremadamente grave es el de la invisibilidad de los impactos ambientales propiciada por la sociedad digital, en nuestro desplazamiento aparente desde la biosfera a la tecnosfera (“infoesfera”, ciberespacio o realidad virtual) (Fernández, 2011: 90). Evidentemente, seguimos en la biosfera, pero una fracción cada vez más grande de la población mundial habita en entornos fuertemente antropizados, como son las grandes urbes, sin apenas contacto con la naturaleza (aunque sí con los “servicios ambientales” que nos proporciona, como la renovación del agua que bebemos y del aire que respiramos). Por si fuera poco, gran parte de esa población no desea ser consciente de las negativas consecuencias ambientales del estilo de vida urbano, que es intensivo en el consumo de energía, agua y materiales, emisor de gases de efecto invernadero y generador de una ingente cantidad de residuos, muchos de ellos tóxicos. Es un estilo de vida del que la realidad

6. Para datos recientes véase, entre otros, Gil, 2018.

digital forma ya parte consustancial. Confiamos en que el avance de las *smart cities* o “ciudades inteligentes”, con el uso eficiente y extendido de las tecnologías de la información y de la comunicación, suponga a medio y largo plazo un cambio significativo en este estado de cosas.⁷

4. Nihilismo digital

Así pues, mientras que es indudable que asistimos al desarrollo vertiginoso de una economía y sociedad digitales, las interpretaciones sobre este cambio son muy diversas y hasta antagónicas. Es importante que los estudiantes de ingeniería sean conscientes de esta pluralidad de interpretaciones, en vez de asumir acríticamente la “lógica del progreso tecnológico”. El filósofo Bernard Stiegler es ampliamente conocido por la atención que lleva dedicando desde hace años a estos fenómenos. De hecho, junto a su producción filosófica, ha sido impulsor de distintos programas y acciones relacionadas con el mundo digital y sus diversas aplicaciones (Stiegler, 2014).⁸

Para Stiegler, el advenimiento de la era digital viene acompañado de una completa y generalizada automatización (Stiegler, 2018). La “automatización digital” conduce al declive del salario y del empleo. Pero si estas consecuencias para el trabajo y la capacidad de las personas de poder llevar una vida digna son ya de por sí negativas, lo peor sería una intensificación de la entropía y de las tendencias nihilistas ya presentes en la sociedad. Lo que se estaría liquidando sería nada menos que el conocimiento, con un consiguiente aumento del desorden entrópico. El conocimiento, al ser un sistema abierto, genera orden (neguentropía) en tanto produce estructuras que se oponen a la automatización, propia de los sistemas cerrados.

El nihilismo es representado, según Stiegler, por el “capitalismo computacional”. Se trataría de un capitalismo “sin mente y sin espíritu”, que conlleva la destrucción de la teoría en favor de una “ideología correlacionista fundada en la aplicación de la supercomputación al ‘big data’” (Stiegler, 2018).

Sin embargo, Stiegler ve en la tecnología digital, y más en concreto en internet, el mejor instrumento para promover el conocimiento y el cuidado de la Tierra y de sus habitantes a escala global. Para ello habría que sustituir la economía del consumo por lo que Stiegler llama una “economía de la contribución”. Se trata de valorar la participación y la colaboración en proyectos, debido a la motivación, el deseo y la pasión, sobre la obtención de los beneficios puramente económicos.⁹ La velocidad de las redes digitales es cuatro millones de veces mayor que la de las señales que circulan por los nervios humanos. Los seres humanos, en unión con las nuevas

7. Véase el sitio web de Real Smart Cities: <http://realsms.eu/>.

8. Véase también la información contenida en: https://fr.wikipedia.org/wiki/Bernard_Stiegler.

9. Desde otro punto de vista, pero en cierto modo complementario al de Stiegler, el filósofo surcoreano Byung-Chul Han ha criticado una “psicopolítica” que hace de los individuos los causantes de su propia explotación y alienación mientras creen estar realizándose y actuando con plena libertad. Véase, entre otros, Han (2014).

tecnologías, deberían aprovechar las nuevas potencialidades con objeto de revertir la entropía. Se requiere llevar a cabo una política industrial alternativa. En suma, todo ello habría de propiciar un “Negantropoceno” en lugar de un “Entropoceno”.

5. Qué son las humanidades digitales y ambientales

Se habla ya de un “humanismo digital” como nueva forma de percibir y comprender la nueva realidad propiciada por las tecnologías digitales. Así, señala Doueih, “el humanismo digital es el resultado de una convergencia inédita entre nuestra compleja herencia cultural y una tecnología que se ha convertido en un espacio de sociabilidad sin precedentes” (2011: 33). La tecnología digital constituye una nueva cultura (en el sentido antropológico de la expresión: nuevas creencias, valores, prácticas y artefactos) y lo hace a escala global. Por poner un solo y conocido ejemplo: la sociabilidad está cambiando y en este ámbito el concepto de amistad ya no es el de siempre. Representaba un valor esencial dentro de la cultura humanística que está siendo desplazado por una especie de “pseudo-amistad” o “amistad simplificada”. El humanismo actual debe acomodar este hecho. Otro ejemplo que pone el mismo autor es el cambio en el concepto de espacio: la gente que vive en las nuevas ciudades lo hace en un entorno híbrido, que es a la vez real y virtual. La *smart city* está naciendo ante nuestros ojos, con una mezcla de incertidumbres y titubeos, pero también de posibilidades por descubrir, incluyendo una más eficiente gestión de los valiosos recursos energéticos y ambientales y un menor impacto en el medio biofísico.

El humanismo digital encuentra su reflejo académico en el desarrollo, desde hace ya varias décadas, de las humanidades digitales.¹⁰ Hay cinco grandes campos: 1) colecciones digitales, archivo y codificación textual; 2) lectura y análisis de textos electrónicos; 3) tecnologías de mapeo geospacial y de discurso crítico; 4) visualización 3D; y 5) *big data*, informática social, *crowdsourcing* (realización colectiva y abierta de tareas y proyectos a través de Internet) y creación de redes. Los medios tradicionales (libros, archivos, mapas, pinturas, películas) se combinan o son desplazados por los “nuevos” medios (GIS o sistemas de información geográfica, GPS o sistemas de posicionamiento global, redes sociales, *big data*, plataformas de juegos, realidad virtual, etc.) (Travis y Holm, 2016: 189). Se discute en la actualidad con interés creciente la contribución que las humanidades digitales pueden realizar en la lucha contra los aspectos indeseables de la época antropocénica (Nowvskie, 2015).

Por su parte, las humanidades ambientales responden a la necesidad de resituar las cuestiones relativas al cambio ambiental global fundamentalmente como problemas sociales y humanos, más que como materias puramente ambientales (Neimanis, Åsberg y Hedrén, 2015: 69). Como señalan estos autores, los mencionados estudios son un medio por el que las preocupaciones humanísticas fundamentales —tales como las relativas al significado, el valor, la responsabilidad y el propósito— pueden ser aplicadas a los problemas ecosociales a través de los

10. Véase, por ejemplo, Smithies (2017).

modos específicos de investigación de las humanidades en diálogo con muchas otras disciplinas. En este proceso, las humanidades ambientales deben ser sensibles a las diferencias en las visiones del mundo, historias, subjetividades, relaciones y prácticas de las variadas comunidades en relación al medio natural y antropizado en el que se insertan y con el que interactúan.

Tanto las humanidades digitales como las ambientales, con sus planteamientos interdisciplinarios, relacionales e inclusivos, pueden ayudar a que los futuros ingenieros tomen conciencia de la importancia de la inserción de las soluciones puramente técnicas en un marco mucho más amplio, que comprende, entre otros aspectos, las actitudes, percepciones, compromisos, motivaciones, imaginarios, valores y prácticas de los ciudadanos, además, por supuesto, de sus respectivas capacidades de influencia política y económica en la estructura social. Estos aspectos han de contemplarse como elementos esenciales para que las intervenciones tecnológicas puedan plantearse y llevarse a cabo con éxito.

Conclusiones

Bajo la denominación de “Antropoceno digital” encontramos mucho espacio para explorar e investigar: conceptualmente, clarificando las nuevas relaciones que se establecen entre los elementos naturales, tecnológicos y humanos; en el espacio de la innovación, con propuestas que permitan ir en la línea de una mayor y mejor colaboración de los seres humanos entre sí y con Gaia.

La tarea por delante, ciertamente abrumadora, es la de trabajar juntos en las nuevas modalidades de memoria, identidad y conocimiento que propician las tecnologías digitales y otras tecnologías emergentes, y de incluirlas en un nuevo marco ético que se encuentra aún por construir. Está por ver si las humanidades digitales y ambientales van a poder acomodar dentro del marco humanista las tensiones que provienen, entre otros factores, del cambio tecnológico global, o bien si vamos a derivar, como algunos indicios señalan, hacia algún tipo de poshumanismo o de transhumanismo.

La formación de los ingenieros, con independencia de la especialidad que estén cursando, debería recoger al menos una introducción a todas estas cruciales cuestiones. En el plano más amplio, hay que propiciar el acercamiento entre las nuevas humanidades y las titulaciones técnicas para colaborar en la resolución de los problemas del Antropoceno. Es un diálogo necesario que se encuentra tan sólo en sus inicios.

Bibliografía

ARIAS, M. (2018): *Antropoceno. La política en la era humana*, Madrid, Taurus.

DE CÓZAR, J. M. (2017): “¿Qué significa vivir en el Antropoceno?”, *Iberoamérica divulga*, octubre. Disponible en: <http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?que-significa-vivir-en-el-antropoceno>.

DE CÓZAR, J. M. (2019): *El Antropoceno. Tecnología, naturaleza y condición humana*, Madrid, Los libros de la Catarata.

DE ROSNAY, J. (2015): “Artificial Intelligence: Transhumanism is Narcissistic. We Must Strive for Hyperhumanism”, *L’OBS Le Plus*. Disponible en: <https://www.crossroads-to-the-future.com/articles/artificial-intelligence-transhumanism-is-narcissistic-we-must-strive-for-hyperhumanism/>.

DOUEIHI, M. (2011): “Humanismo digital”, *El correo de la Unesco*, vol. 64, nº 4, pp. 32-33. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000213090_spa.

FERNÁNDEZ, R. (2011): *El Antropoceno. La expansión del capitalismo global choca con la biosfera*, Barcelona, Virus Editorial.

FERRI, L. (2017): *La revolución transhumanista*, Madrid, Alianza.

GIL, M. (2018): “Ecología del papel versus ecología digital”. Disponible en: <https://antinomiaslibro.wordpress.com/2018/01/08/ecologia-del-papel-versus-ecologia-digital/>

195

HAMILTON, C., BONNEUIL, C. y GEMENNE, F. (2015): *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis*, Londres, Routledge.

HAN, B. H. (2014): *Psicopolítica. Neoliberalismo y nuevas formas de poder*, Barcelona, Herder.

NEIMANIS, A., ÅSBERG, C. y HEDRÉN, J. (2015): “Four problems, four directions for environmental humanities: Toward critical posthumanities for the Anthropocene”, *Ethics & the Environment*, vol. 20, nº 1, pp. 67-97.

NOWVISKIE, B. (2015): “Digital humanities in the Anthropocene”, *Digital Scholarship in the Humanities*, vol. 30, suppl. 1, pp. i4-i15.

QUINTANILLA, M.A., PARSELIS, M., SANDRONE, D. y LAWLER, D. (2017): *Tecnologías entrañables*, Madrid, OEI-Catarata.

RULL, V. (2018): *El Antropoceno*, Madrid, CSIC-Catarata.

SMITHIES, J. (2017): *The digital humanities and the digital modern*, Londres, Palgrave Macmillan.

STIEGLER, B. (2014): "Digital Humanities". Disponible en: https://www.academia.edu/12692243/Bernard_Stiegler_Digital_Humanities_2014_.

STIEGLER, B. (2018): *The Neganthropocene*, Londres, Open Humanities Press.

TRAVIS, C. y HOLM, P. (2016): "The Digital Environmental Humanities", en C. Travis y A. von Lünen (eds.): *The Digital Arts and Humanities*, Berlín, Springer, pp. 187-204.

Cómo citar este artículo

CÓZAR ESCALANTE, J. M. (2019): "Ingenieros del Antropoceno digital: la enseñanza de las ingenierías en una época incierta", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, vol. 14, nº 41, pp. 185-196.