

Conferencia

DIEZ PARADOJAS DE LA TECNOLOGIA

Dr. Andrew Feenberg

Simon Fraser University | Canadá



INVITAN

C.E.A. - CONICET

Centro de Estudios Avanzados.
Universidad Nacional de Córdoba.
Programa de Filosofía Social y
Teoría de la Sociedad.

I.S.P.T.

Instituto Superior del
Profesorado Tecnológico
Gobierno de Córdoba.

F.C.E.F. y N.

Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba.

Ten paradoxes of Technology

Andrew Feenberg (Feenberg@sfu.ca)

This paper presents a philosophy of technology. It draws on what we have learnt in the last 30 years as we abandoned old Heideggerian and positivist notions and faced the real world of technology. It turns out that most of our common sense ideas about technology are wrong. This is why I have put my ten propositions in the form of paradoxes, although I use the word loosely here to refer to the counter-intuitive nature of much of what we know about technology.

1. *The paradox of the parts and the whole.*

Martin Heidegger, once asked whether birds fly because they have wings or have wings because they fly. The question seems silly but it offers an original point of entry for reflection on technology and development.

Birds appear to be equipped with wings and it is this that explains their ability to fly. This is the obvious common sense answer to Heidegger's question. But this answer has implications that are less than obvious. Although our intuitions tell us birds belong in the air, our language seems to say that they are separate from the environment on which they act and even separate from the "equipment" they use to cope with that environment. Birds *use* wings to fly in something like the way in which we humans use airplanes.

Pursuing the analogy we could say that if birds did not have wings they would be just as earthbound as were humans before the Wright brothers—or was it Santos Dumont—invented the airplane. But this makes no sense. Although there are a few species of flightless birds, most birds could not survive without flying. Flying is not just something birds do; it is their very being.

A better analogy to birds' flight would be human speech. Although speechless humans do exist, they lack an essential aspect of what it is to be human. Speech is not properly understood as a tool humans use to communicate because without it they are not fully human. Speech, like flight for birds, is essential in a way tools are not. One can pick up and put down a tool, but humans can no more abandon speech than birds can abandon flight.

Diez paradojas de la tecnología

Andrew Feenberg (feenberg@sfu.ca)

En esta ponencia se presenta una filosofía de la tecnología. Se basa en lo que hemos aprendido en los últimos 30 años: abandonamos las antiguas nociones heideggeriana y positivista, y enfrentamos al mundo real de la tecnología. Resulta que la mayoría de nuestras ideas de sentido común acerca de la tecnología es errónea. Por eso formulé mis diez propuestas en forma de paradojas, aunque aquí uso la palabra "vagamente" para referirme a la naturaleza contraintuitiva de gran parte de lo que sabemos acerca de la tecnología.

1. *La paradoja de las partes y el todo.* Una vez, Martin Heidegger se preguntó si las aves vuelan porque tienen alas o si tienen alas porque vuelan. La pregunta parece tonta, pero ofrece un punto de entrada original para la reflexión sobre la tecnología y el desarrollo.

Las aves parecen estar equipadas con alas y esto es lo que explica su capacidad de volar. Esta es la respuesta obvia de sentido común a la pregunta de Heidegger. Pero esta respuesta tiene implicaciones que son menos evidentes. Aunque nuestras intuiciones nos dicen que las aves pertenecen al aire, nuestro lenguaje parece decir que son independientes del entorno en el que actúan e incluso independientes del "equipo" que utilizan para hacer frente a ese entorno. Las aves utilizan las alas para volar de la misma forma en que los seres humanos utilizamos aviones.

Continuando con la analogía, podríamos decir que si las aves no tuvieran alas, serían sólo terrestres, como los seres humanos antes de que los hermanos Wright (o fue Santos Dumont) inventaran el avión. Pero esto no tiene ningún sentido. Aunque hay unas pocas especies de aves no voladoras, la mayoría de las aves no podrían sobrevivir sin volar. Volar no es sólo algo que las aves hacen; es su propio ser.

Una mejor analogía al vuelo de las aves sería el habla humana. Aunque existen los mudos, ellos carecen de un aspecto esencial de lo que es ser un humano. El habla no es entendida como una herramienta que los seres humanos usan para comunicarse porque sin ella no son totalmente humanos. El habla, como el vuelo para las aves, es esencial de un modo en que las herramientas no lo son. Uno puede recoger y dejar una herramienta, pero los seres humanos no pueden abandonar el habla como tampoco las aves pueden abandonar el vuelo.

Pushed to the extreme the common sense answer to Heidegger's puzzling question breaks down. Of course we usually do not fall into such absurdities when talking about animals, but the misleading implications of ordinary language do reflect our inadequate common sense understanding of technology. This has consequences I will discuss in the rest of this paper.

Heidegger's second option, that birds have wings because they fly, challenges us in a different way. It seems absurd on the face of it. How can birds fly unless they have wings? So flying cannot be the cause of wings unless an effect can precede a cause.

If we are going to make any sense of Heidegger's point we need to reformulate it in less paradoxical language. Here is what he really means. Birds belong to a specific niche in the environment. That niche consists of treetops in which to dwell, insects to eat, and so on. It is only available to a specific type of animal with a specific type of body. Flying, as a necessary property of an organism that occupies this particular niche, requires wings rather than the other way around as common sense would have it.

This is a holistic conception of the relation of the animal to its environment. We are not to think of birds, insects and trees as fully separate things but rather as forming a system in which each relates essentially to the other. But this is not an organic whole the parts of which are so intimately connected they can only be separated by destroying the organism. In the case of an animal and its niche, separation is possible at least temporarily, although it threatens the survival of the animal and perhaps of other elements of the environment dependent on it.

These relationships are bit like those of a part of a machine to the whole machine. The part can be separated from the whole but it then loses its function. A tire that has been removed from a car continues to be a tire but it cannot do the things tires are meant to do. Following Heidegger's thought, it is easy to see that the form and even the existence of tires such as we know them depends on the whole car they are destined to serve. And the reciprocal also holds: car and tire are mutually interdependent. The car is not just assembled from pre-existing parts since the nature of the parts is derived from the design of the car and vice versa. The car does not ride on the road because it has tires. Rather, the tires belong to the car because the car rides on the road.

Llevado al extremo, la respuesta del sentido común a la enigmática pregunta de Heidegger se descompone. Por supuesto, normalmente no caemos en tales cuestiones absurdas cuando se habla de los animales, pero las consecuencias engañosas del lenguaje común reflejan nuestra comprensión insuficiente del sentido común de la tecnología. Esto tiene consecuencias que voy a comentar en el resto de esta ponencia.

La segunda opción de Heidegger, que las aves tienen alas porque vuelan, nos desafía de manera diferente. Parece absurdo. ¿Cómo podrían volar las aves si no tuvieran alas? Volar, por lo tanto, no puede ser la causa de que tengan alas a menos que un efecto pueda preceder una causa.

Si vamos a darle sentido al punto de Heidegger, es necesario reformularlo en una lengua menos paradójica. Esto es lo que realmente significa. Las aves pertenecen a un nicho específico en el medio ambiente. Ese nicho consiste en copas de árboles en las que vivir, insectos para comer y así sucesivamente. Sólo está disponible para un tipo específico de animal con un tipo de cuerpo específico. Volar, como una propiedad necesaria de un organismo que ocupa este nicho particular, requiere alas mas que otro medio, según el sentido común.

Se trata de una concepción holística de la relación del animal en con su entorno. No pensamos en aves, insectos y árboles como cosas plenamente separadas, sino más bien formando un sistema en la que cada una es esencial para la otra. Pero esto no es un todo orgánico cuyas partes están tan íntimamente conectadas que sólo pueden separarse mediante la destrucción del organismo. En el caso de un animal y su nicho, la separación es posible sólo temporalmente, aunque se amenace la supervivencia del animal y quizá de otros elementos del entorno que dependen de éste.

Estas relaciones son un poco como las de una parte de una máquina con toda la máquina. La parte puede separarse del todo pero, luego, pierde su función. Un neumático que se ha quitado de un coche sigue siendo un neumático, pero no puede hacer las cosas que los neumáticos están diseñados para hacer. Siguiendo el pensamiento de Heidegger, es fácil ver que la forma y la existencia de los neumáticos tales como los conocemos dependen del coche entero al que están destinados a servir. Y recíprocamente también se sostiene: el cuidado y los neumáticos son interdependientes mutuamente. El coche no es sólo ensamblado a partir de piezas preexistentes, ya que la naturaleza de las partes deriva del diseño del coche y viceversa. El coche no circula por la carretera porque dispone de neumáticos. Más bien, los neumáticos pertenecen al coche porque el coche circula por la carretera.

I will call this *the paradox of the parts and the whole*. *The apparent origin of complex wholes lies in their parts but, paradoxical though it seems, in reality the parts find their origin in the whole to which they belong*. I want to illustrate this paradox with two images, each of which exemplifies the two answers to Heidegger's question in graphic terms.

The first of these images shows a carburetor in a manufacturer's catalogue. As you can see it is a wonder of sharp edged surfaces and smooth curves in cold, shiny steel. It is completely separate from its environment and fulfills the dream of reason, the dream of pure order. Now look at this second image by the painter Walter Murch. We are once again in the presence of a carburetor, but this time it is portrayed as a warm and fuzzy object that blurs into the air around it. It is compared subtly with a sprouting onion over to the left which establishes a scale that contradicts its strangely monumental aspect. This is a romantic rather than a rationalistic image. It hints at the history and the connectedness of the thing rather than emphasizing its engineering perfection.

Which image is truer to life? I prefer Murch's which I used as cover art for a book called *Questioning Technology*. Murch sets us thinking about technology's complexity, the environment in which it functions, the history out of which it arises, rather than answering the question in advance with a nod to its supposedly pure rationality.

Examples that confirm the point are easy to find. A technology imported or imitated from a developed country is implanted in a new environment in a less developed country. It is expected that it will perform in the same way everywhere, that it is not a local phenomenon bound to a particular history and environment. In this respect technologies differ from such rooted phenomena as customs or language. Difficult though it be to transfer Western industrial technology to a poor country, it is far easier than importing such things as a different cuisine or different relations between men and women or a different language. So we say that technology is universal in contrast to these particular and local features.

Llamaré esto *la paradoja de las partes y el todo*. *El origen aparente de los todos complejos reside en sus partes, pero lo paradójico al parecer, en realidad es que las partes tienen su origen en el conjunto al que pertenecen*. Deseo ilustrar esta paradoja con dos imágenes, cada una de las cuales es un ejemplo de las dos respuestas a la pregunta de Heidegger en términos gráficos.

La primera de estas imágenes muestra un carburador en el catálogo de un fabricante. Como se puede ver es una maravilla de superficies de canto afilado y suaves curvas de acero brillante y frío. Es completamente independiente de su entorno y cumple el sueño de la razón, el sueño del orden puro. Ahora observemos esta segunda imagen del pintor Walter Murch. Una vez más estamos en presencia de un carburador, pero esta vez se presenta como un objeto cálido y borroso que se desdibuja en el aire alrededor de éste. Se compara sutilmente con una cebolla brotada sobre a la izquierda que establece una escala que contradice su aspecto extrañamente monumental. Se trata de una imagen de un romántico más que de un racionalista. Insinúa la historia y la conectividad de la cosa en lugar de enfatizar la perfección de su ingeniería.

¿Qué imagen representa la forma más real / la verdadera naturaleza? Prefiero la de Murch que he utilizado como arte de tapa para un libro llamado *Cuestionamiento a la tecnología*. Murch nos hace pensar acerca de la complejidad de la tecnología, el medio ambiente en el que funciona, la historia de la cual surge, en lugar de responder a la pregunta de antemano con un asentimiento a su racionalidad supuestamente pura.

Algunos ejemplos que confirman la visión son fáciles de encontrar. Una tecnología importada o imitada desde un país desarrollado se implanta en un nuevo entorno en un país menos desarrollado. Se espera que actuará de la misma manera en todas partes; que no es un fenómeno local enlazado a una historia y un medio ambiente particulares. En este sentido, las tecnologías se diferencian de esos fenómenos enraizados como las costumbres o el idioma. Es difícil transferir la tecnología industrial occidental a un país pobre; sería mucho más fácil que importar cosas como una cocina diferente, diferentes relaciones entre hombres y mujeres, o un idioma diferente. Por lo que podemos decir que la tecnología es universal, en contraste con estas características locales y particulares.

And this is usually correct to a considerable extent. Of course it makes no sense to send tractors to farmers who have no access to gasoline. Such gross mistakes are occasionally made but for the most part the problems are more subtle and are often overlooked for a long time. For example, industrial pollutants that were evacuated safely by a good sewage system in a rich country may poison wells in a new, much poorer, locale. Differences in culture too pose problems.

The keyboards of the typewriters and computers Japan imported from the West could not represent its written language. Before a technical adaptation was found some Japanese concluded that modernization would require the adoption of English!

Good sewage systems and Roman alphabets form a niche essential to the proper functioning of these technologies just like the water in which fish swim. Technologies resemble animals in belonging to a specific niche in a specific society. They do not work well, if at all, outside that context. But the fact that technologies can be detached from their appropriate niche means they can be imported without bringing along all the contextual elements necessary for their proper functioning. Technologies can be plucked from the environment in which they originated and dropped into a new environment without afterthoughts. But this can be a formula for disaster.

Consider the adoption of the private automobile by China as a primary means of transportation. In February 2009 auto sales in China surpassed those in the United States for the first time. China is now the largest market for private cars in the whole world. This is not surprising given the size of China's population. But for that very same reason it was foolish to commit so many resources to the automobile. Automobiles are a very inefficient means of transportation. They consume a great deal of fuel for every passenger mile driven.

China is so big that its participation in oil markets will eventually push prices up to the point where the private automobile will become unaffordable to operate.

Y, generalmente, esto es correcto en gran medida. Por supuesto que no tiene sentido enviar tractores a agricultores que no tienen acceso a la gasolina. Esos graves errores se cometen en ocasiones, pero la mayor parte son problemas más sutiles y, a menudo, se pasan por alto durante mucho tiempo. Por ejemplo, los contaminantes industriales que fueron evacuados de forma segura mediante un buen sistema de aguas residuales en un país rico puede envenenar pozos en un nuevo escenario, mucho más pobre. Las diferencias en la cultura también plantean problemas.

Los teclados de las máquinas de escribir y equipos importados que Japón importó de Occidente no podían representar su lenguaje escrito. Antes de que se encontrara una adaptación técnica, algunos japoneses llegaron a la conclusión de que la modernización requeriría la adopción del inglés!

Buenos sistemas de alcantarillado y alfabetos romanos forman un nicho esencial para el funcionamiento adecuado de estas tecnologías, al igual que el agua en la que nadan los peces. Las tecnologías se parecen a los animales en cuanto pertenecen a un nicho específico en una sociedad específica. No funcionan del todo bien fuera de ese contexto, si es que siquiera funcionan. Pero el hecho de que las tecnologías puedan ser separadas del nicho adecuado significa que se pueden importar sin acarrear todos los elementos contextuales necesarios para su correcto funcionamiento. Las tecnologías pueden ser arrancadas del medio ambiente en el que se originaron y colocadas en un entorno nuevo sin pensarlo cuidadosamente. Pero esto puede ser una fórmula para el desastre.

Consideremos la adopción del automóvil particular en China como principal medio de transporte. En febrero de 2009, las ventas de automóviles en China superaron las de los Estados Unidos por primera vez. China es ahora el mayor mercado para automóviles particulares en todo el mundo. Esto no es sorprendente debido al tamaño de la población de China. Pero por esa misma razón fue necio / tonto destinar tantos recursos para el automóvil. Los automóviles son un medio de transporte muy ineficiente. Consumen una gran cantidad de combustible por cada pasajero en una milla.

China es tan grande que su participación en los mercados del petróleo elevará finalmente los precios al punto en el que el automóvil particular se convertirá en inasequible.

Meanwhile, China will have built its cities around automotive transportation with consequences that will be very expensive to reverse. Mistakes such as this occur because policymakers fail to realize the dependence of the parts on the whole. In this they resemble ordinary people everywhere in modern societies. Our common sense misleads us into imagining that technologies can stand alone.

2. *The paradox of the obvious.* Why do we think like this? Why does common sense tend to validate the first of the two images I have presented? I find the answer to these questions in another paradox which I will call *the paradox of the obvious*. Here is a general formulation: *what is most obvious is most hidden*. An amusing corollary dramatizes the point: fish do not know that they are wet. Now, I may be wrong about fish but I suspect that the last thing they think about is the medium of their existence, water, the niche to which they are so perfectly adapted. A fish out of water quickly dies but it is difficult to imagine fish enjoying a bath. Water is what fish take for granted just as we human beings take air for granted. We know that we are wet because water is not our natural medium. It exists for us in contrast to air. But like fish who do not know they are wet, we do not think about the air we breath.

We have many other experiences in which the obvious withdraws from view. For example, when we watch a movie we quickly lose sight of the screen as a screen. We forget that all the action takes place in the same spot at a certain distance in front of us on a flat surface. A spectator unable to ignore the obvious would fail to foreground the action of the film and would remain disturbingly conscious of the screen. The medium recedes into the background and what we notice in the foreground are the effects it makes possible. This explains why we see the possession of wings as the adequate explanation of flying and why it looks to us like machines are composed of independent parts.

Mientras tanto, en China se han construido las ciudades en función del transporte automotriz con consecuencias que sería muy caro revertir. Los errores como éste se cometen porque los encargados de formular políticas no se dan cuenta de la dependencia de las partes en el todo. En esto se asemejan a los ciudadanos de todas partes en las sociedades modernas. Nuestro sentido común nos engaña al hacernos imaginar que las tecnologías pueden ser independientes.

2. *La paradoja de lo obvio.* ¿Por qué pensamos así? ¿Por qué el sentido común tiende a validar la primera de las dos imágenes que he presentado? Encuentro la respuesta a estas preguntas en otra paradoja que llamaré *la paradoja de lo obvio*. Ésta es una formulación general: *lo que es más obvio está más oculto*. Un corollario divertido muestra el punto: los peces no saben que están mojados. Ahora, puedo estar equivocado acerca de los peces, pero sospecho que lo último en lo que piensan es en el medio de su existencia, el agua, el nicho al que están perfectamente adaptados. Un pez fuera del agua rápidamente muere, pero es difícil imaginar peces disfrutando de un baño. El agua es lo más natural del mundo para los peces, al igual que para nosotros, los seres humanos, el aire es lo más natural del mundo. Sabemos que estamos mojados porque el agua no es nuestro medio natural. Para nosotros, existe un contraste con el aire. Pero como los peces que no saben que están mojados, nosotros no pensamos acerca del aire que respiramos.

Tenemos muchas otras experiencias en las que lo obvio se esconde. Por ejemplo, cuando vemos una película rápidamente perdemos de vista la pantalla como una pantalla. Olvidamos que toda la acción se lleva a cabo en el mismo lugar a cierta distancia delante de nosotros en una superficie plana. Un espectador que no puede ignorar lo evidente no lograría dejar en el primer plano la acción de la película y seguiría siendo inquietantemente consciente de la pantalla. El medio se pierde en el fondo y lo que vemos en primer plano son los efectos que éste hace posibles. Esto explica por qué consideramos que la posesión de las alas es la explicación adecuada de volar y por qué nos parece que las máquinas están compuestas de partes independientes.

3. *The paradox of the origin.* Our forgetfulness also blinds us to the history of technical objects. These objects differ from ordinary things and people in the way they relate to time. This person, that book, the tree behind our house all have a past and that past can be read on his wrinkled and smiling face, the dog-eared pages of the book, the stump of the branch that broke from the tree in the last storm. In such cases, the presence of the past in the present seems to us unremarkable.

But technologies seem disconnected from their past. We usually have no idea where they came from, how they developed, the conditions under which the decisions were made that determined their features. They seem self-sufficient in their rational functioning. An adequate explanation of any given device appears to consist in tracing the causal connections between its parts.

In reality there is just as much history to an electric toaster or a nuclear power plant as there is to persons, books, and trees. No device emerged full blown from the logic of its functioning. Every process of development is fraught with contingencies, choices, alternative possibilities. The perfecting of the technical object obliterates the traces of the labor of its construction and the social forces that were in play as its design was fixed. It is this process that adjusts the object to its niche and so the occlusion of its history contributes to the forgetfulness of the whole to which it belongs. I call this *the paradox of the origin: behind everything rational there lies a forgotten history.*

Here is an example with which we are all familiar. What could be more rational than lighted exit signs and outward opening doors in theatres? Yet in the United States these simple life saving devices were not mandated by any law or regulation until the famous Iroquois Theatre fire in Chicago in 1903. Some 600 people died trying to find and open the exits. Thereafter cities all over the country introduced strict safety regulations. Today we do not take much notice of exit signs and doors and certainly few theatre goers have an idea of their origin.

We think, if we think at all, that they are surely there as useful precautions. But the history shows that this is not the full explanation. A contingent fact, a particular incident, lies behind the logic of theatre design.

3. *La paradoja del origen.* Nuestro olvido también nos ciega ante la historia de los objetos técnicos. Estos objetos difieren de las cosas y personas comunes de la manera en que se relacionan con el tiempo. Esta persona, ese libro, el árbol detrás de nuestra casa, todos tienen un pasado y ese pasado se puede leer sobre su rostro arrugado y sonriente, las páginas con las esquinas dobladas del libro, el tocón de la rama del árbol que se rompió en la última tormenta. En tales casos, la presencia del pasado en el presente pasa inadvertida para nosotros.

Sin embargo, las tecnologías parecen desconectadas de su pasado. Generalmente, no tenemos idea de donde provienen, cómo se desarrollaron, las condiciones en las que se tomaron las decisiones que determinaron sus características. Parecen autosuficientes en su funcionamiento racional. Una explicación adecuada de cualquier dispositivo dado parece consistir en rastrear la conexión causal entre sus partes.

En realidad hay tanta historia de una tostadora eléctrica o de una planta de energía nuclear como de las personas, los libros y los árboles. Ningún dispositivo surgió plenamente de la lógica de su funcionamiento. Cada proceso de desarrollo está plagado de contingencias, opciones y posibilidades alternativas. El perfeccionamiento del objeto técnico borra las huellas de la mano de obra de su construcción y las fuerzas sociales que estaban en juego cuando su diseño se fijó. Es éste el proceso que ajusta el objeto a su nicho y, por lo tanto, la occlusión de su historia contribuye al olvido del todo al que pertenece. La llamo la paradoja del origen: detrás de todo lo racional se encuentra una historia olvidada.

Éste es un ejemplo que todos conocemos. ¿Qué podría ser más racional que las señales de salida iluminadas y la apertura de las puertas hacia el exterior en los teatros? Aún en los Estados Unidos, estos dispositivos salvavidas no fueron impuestos por ninguna ley o reglamento hasta el famoso incendio del teatro Iroquois en Chicago en 1903. Unas 600 personas murieron tratando de encontrar y abrir las salidas. Después las ciudades de todo el país introdujeron normas estrictas de seguridad. Hoy no notamos demasiado las señales de salida y puertas, y sin duda, pocas personas que gustan del teatro tienen idea de su origen.

Si pensamos absolutamente, creemos que son sin duda precauciones útiles. Pero la historia muestra que ésta no es la explicación completa. Un hecho contingente, un incidente en particular, yace detrás de la lógica de diseño del teatro.

4. **The paradox of the frame.** There is a corollary of the paradox of the origin. I call *fourth paradox, the paradox of the frame* and formulate it as follows: *efficiency does not explain success, success explains efficiency.* This is counter-intuitive. Our common sense tells us that technologies succeed because they are good at doing their job. Efficiency is the measure of their worth and explains why they are chosen from among the many possible alternatives. But the history of technology tells a different story.

Often at the beginning of a line of development none of the alternatives work very well by the standards of a later time when one of them has enjoyed many generations of innovation and improvement. When we look back from the standpoint of the improved device we are fooled into thinking its obvious superiority explains its success. But that superiority results from the original choice that privileged the successful technology over the alternatives and not vice versa. So what does explain that choice?

Again, the history of technology helps. It shows that many different criteria are applied by the social actors who have the power to make the choice. Sometimes economic criteria prevail, sometimes technical criteria such as the "fit" of the device with other technologies in the environment, sometimes social or political requirements of one sort or another. In other words, there is no general rule under which paths of development can be explained. Explanation by efficiency is a little like explaining the presence of pictures in a museum by the fact that they all have frames. Of course all technologies must be more or less efficient, but that does not explain why they are present in our technical environment. In each case only a study of the contingent circumstances of success and failure tells the true story.

5. **The paradox of action.** This brings me to my fifth paradox which I call *the paradox of action*. I think of this as a metaphoric corollary of Newton's Third Law of motion. Newton's law states that for every action there is an equal and opposite reaction. This law is verified every time two billiard balls bounce off each other. My corollary applies this model to human behavior. It most obviously applies in interpersonal relations where anger evokes anger, kindness kindness, and so on. Every one of our acts returns to us in some form as feedback from the Other. But this means that *in acting we become the object of action*.

4. **La paradoja del marco.** Hay un corolario de la paradoja del origen. Al que denomino *la cuarta paradoja, la paradoja del marco* y la formulo de la siguiente manera: *la eficiencia no explica el éxito, el éxito explica la eficiencia.* Esto es contra - intuitivo. Nuestro sentido común nos dice que las tecnologías tienen éxito porque son buenas haciendo su trabajo. La eficiencia es la medida de su valor y explica por qué son elegidas entre muchas alternativas posibles. Pero la historia de la tecnología cuenta una historia diferente.

A menudo, al comienzo de una línea de desarrollo, ninguna de las alternativas funciona muy bien según las normas de un tiempo posterior, cuando una de ellas ha disfrutado de muchas generaciones de innovación y mejora. Cuando recordamos la base del dispositivo mejorado, nos engañamos al creer que su evidente superioridad explica su éxito. Pero esa superioridad resulta de la opción original que privilegió la tecnología exitosa sobre las alternativas y no al revés. Entonces, ¿qué explica esa elección?

Una vez más, la historia de la tecnología ayuda. Muestra que muchos y diferentes criterios son aplicados por los actores sociales, quienes tienen el poder para hacer la elección. A veces los criterios económicos prevalecen; a veces los criterios técnicos, como la "adecuación" del dispositivo a otras tecnologías en el medio ambiente; a veces los requisitos sociales o políticos de un tipo u otro. En otras palabras, no hay ninguna regla general en virtud de la cual puedan explicarse las vías de desarrollo. La explicación por la eficiencia es un poco como explicar la presencia de imágenes en un museo por el hecho de que todas tienen marcos. Por supuesto todas las tecnologías deben ser más o menos eficientes, pero eso no explica por qué están presentes en nuestro entorno técnico. En cada caso, sólo un estudio de las circunstancias contingentes de aciertos y errores narra la verdadera historia.

5. **La paradoja de la acción.** Esto me lleva a mi quinta paradoja que llamo *la paradoja de la acción*. Pienso en ella como un corolario metafórico de la tercera ley de Newton sobre el movimiento. La ley de Newton afirma que para cada acción hay una reacción igual y opuesta. Esta ley se comprueba cada vez dos bolas de billar rebotan entre sí. Mi corolario aplica este modelo al comportamiento humano. Se aplica más evidentemente en las relaciones interpersonales donde la ira evoca ira, la bondad a bondad y así sucesivamente. Cada uno de nuestros actos vuelve a nosotros en alguna forma como reacción de otro. Pero esto significa que *actuando nos hemos convertido en el objeto de la acción*.

In more formal philosophical language the paradox of action says that human beings can only act on a system to which they themselves belong. Because we belong to the system any change we make in it affects us too. This is the practical significance of our existence as embodied and social beings. Through our body and our social belonging we participate in a world of causal powers and meanings we do not fully control. We are exposed through our body to the laws of nature. And we are born into a cultural world we largely take as given. In short, we are finite beings. Our finitude shows up in the Newtonian reciprocity of action and reaction.

But technical action appears to be non-Newtonian, an exception to the rule of reciprocity. When we act technically on an object there seems to be very little feedback to us, certainly nothing proportionate to our impact on the object. But this is an illusion, the illusion of technique. It blinds us to three reciprocities of technical action. These are causal side effects of technology, changes in the meaning of our world and in our own identity.

It is only when we narrowly define the relevant zone of action that we appear to be independent of the objects on which we act technically. In context, action always conforms to my version of Newton's law and comes back to affect the actor.

The illusion of independence arises from the nature of technical action which dissipates or defers causal feedback from the object. Indeed, the whole point of technology is to change the world more than the actor.

It is no accident that the gun harms the rabbit but not the hunter, that the hammer transforms the stack of lumber but not the carpenter. Tools are designed to focus power outward, on the world, while protecting the tool user from that equal and opposite reaction Newton proclaimed.

But Newton cannot be defied for long. In one way or another the reaction will manifest itself. In the case of pollution all one need do to identify the reaction is to enlarge the context in space and time and wait for the chickens to come home to roost. Barry Commoner's ecological corollary of Newton's law declares that "Everything goes somewhere." Indeed, all the poisons produced by industry end up in someone's backyard even if it takes years to notice. As technology grows more powerful its negative side effects become more difficult to ignore and finally it is impossible to ignore the dangers they create.

En lenguaje filosófico más formal, la paradoja de la acción dice que los seres humanos sólo pueden actuar en un sistema al que ellos pertenecen. Debido a que pertenecemos al sistema, cualquier cambio que realicemos en éste nos afecta también. Éste es el significado práctico de nuestra existencia como seres corporeizados y sociales. A través de nuestro cuerpo y nuestra pertenencia social, participamos de un mundo de poderes causales y significados que nosotros no controlamos plenamente. Estamos expuestos a través de nuestro cuerpo a las leyes de la naturaleza. Y nacemos en un mundo cultural que en gran medida tomamos como dado. En resumen, somos seres finitos. Nuestra finitud se muestra en la reciprocidad newtoniana de acción y reacción.

Pero la acción técnica parece ser no-newtoniana, una excepción a la regla de la reciprocidad. Cuando actuamos técnicamente sobre un objeto parece haber muy poca retroalimentación para nosotros, sin duda en nada proporcionado a nuestro impacto sobre el objeto. Pero esto es una ilusión, la ilusión de la técnica. Nos ciega a las tres reciprocidades de la acción técnica. Éstos son efectos secundarios causados por la tecnología, cambios en el significado de nuestro mundo y de nuestra propia identidad.

Es sólo cuando estrictamente definimos la zona pertinente de acción que nos parece ser independientes de los objetos en los que actuamos técnicamente. En contexto, la acción siempre se ajusta a mi versión de la ley de Newton y vuelve a afectar al actor.

La ilusión de independencia surge de la naturaleza de la acción técnica que disipa o aplaza la retroalimentación causal del objeto. De hecho, el sentido de la tecnología es cambiar el mundo más que el actor.

No es casual que el arma dañe al conejo, pero no al cazador; que el martillo transforme la pila de madera, pero no al carpintero. Las herramientas son diseñadas para enfocar fuerza hacia afuera, hacia el mundo, al tiempo que protege al usuario de la herramienta de esa reacción igual y opuesta que Newton proclamó.

Pero Newton no puede ser desafiado por mucho tiempo. De una u otra manera la reacción se manifestará. En el caso de contaminación, todo lo que se precisa hacer para identificar la reacción es extenderse en el tiempo y el espacio y esperar que los pollos vayan al gallinero. El corolario ecológico de Barry Commoner de la ley de Newton declara que "todo va hacia algún lugar". De hecho, todos los venenos producidos por la industria terminan en el patio trasero de alguien, incluso pasan años hasta notarlos. A medida que la tecnología crece en potencia, sus efectos secundarios negativos se hacen más difíciles de ignorar y finalmente es imposible ignorar los peligros que crearon.

This observation brings us back to our first three paradoxes. The paradox of the parts and the whole states the importance of the niche or context. That niche must include a way of absorbing the impact of the technology, including its waste products. But attention to this aspect of technology is obscured by a narrow conception of technical action. The paradox of the obvious works against recognizing this connection. The feedback that is invisible in the immediate zone of action becomes visible when a wider or longer range view is available. The paradox of the origin wipes the slate clean and obscures the history in which past feedback influenced current designs.

In modern society technologies are perceived as purely instrumental and separate from their past, the environment in which they function, and their operator, like those wings that cause birds to fly.

But these apparent separations hide essential aspects of technology as we have seen. I have called ignorance of this principle the illusion of technology.

This illusion is less of a problem in traditional societies. There craft knowledge and everyday experience are in constant communication. The lessons learned from using technical devices are absorbed into the craft tradition where they limit and control technical activity.

From a modern standpoint this appears to be an obstacle to development, but there may be wisdom in restraint. Certainly our recent experience with technologies such as nuclear weapons and toxic chemicals indicate a need for restraint.

But this is not the way most modern technology has developed. Under capitalism control of technology is no longer in the hands of craftsmen but is transferred to the owners of enterprise and their agents. Capitalist enterprise is unusual among social institutions in having a very narrow goal—profit—and the freedom to pursue that goal without regard for consequences. Once technology has been delivered over to such an institution, the lessons of experience are ignored. Workers, users of technology, victims of its side effects, all are silenced throughout the industrialization process. Technological development can proceed without regard for the more remote aspects of its own context.

Esta observación nos regresa a nuestras primeras tres paradojas. La paradoja de las partes y el todo indica la importancia del nicho o el contexto. Ese nicho debe incluir una forma de absorber el impacto de la tecnología, incluyendo sus productos desechables. Pero la atención de este aspecto de la tecnología es empañada por una concepción estrecha de la acción técnica. La paradoja de lo obvio trabaja en contra del reconocimiento de esta conexión. La retroalimentación que es invisible en la zona inmediata de acción se hace visible con una visión más amplia. La paradoja del origen elimina la pizarra en blanco y oculta la historia en que la retroalimentación del pasado influyó los diseños actuales.

En las sociedades modernas, las tecnologías, son percibidas como puramente instrumentales y separadas de su pasado, del medio ambiente en que funcionan, y de su operador, como esas alas que hacen volar a las aves.

Pero estas separaciones aparentes ocultan aspectos esenciales de la tecnología, como hemos visto. He denominado la ilusión de la tecnología a la ignorancia de este principio..

Esta ilusión es menos que un problema en las sociedades tradicionales. Allí el saber práctico y la experiencia cotidiana están en comunicación constante. Las lecciones aprendidas del uso de dispositivos técnicos son absorbidas por la tradición práctica donde éstas limitan y controlan la actividad técnica.

Desde un moderno punto de vista, esto parece ser un obstáculo para el desarrollo, pero puede haber sabiduría en la moderación. Sin duda nuestra experiencia reciente con tecnologías, como armas nucleares y químicos tóxicos, indican la necesidad de una moderación.

Pero esta no es la forma en que la tecnología más moderna se ha desarrollado. Bajo el capitalismo, el control de la tecnología ya no está en manos de artesanos, sino que es transferido a los propietarios de la empresa y sus agentes. La empresa capitalista es inusual entre las instituciones sociales porque tiene un objetivo muy limitado (ganancias) y la libertad de perseguir ese objetivo sin tener en cuenta las consecuencias. Una vez que la tecnología ha sido entregada a esta institución, las lecciones de la experiencia se omiten. Los trabajadores, los usuarios de la tecnología, las víctimas de sus efectos secundarios, todos son silenciados a lo largo de todo el proceso de industrialización. El desarrollo tecnológico puede continuar sin tener en cuenta los aspectos más remotos de su propio contexto.

This makes possible the development of sophisticated technical disciplines and very rapid progress but with unfortunate side effects. In communist countries, this same pattern prevailed under government control where the goal assigned to state enterprises—meeting a quota—was similarly narrow.

Instead of correcting the illusion of technology, modern societies take that illusion for reality. They imagine they can act on the world without consequence for themselves. But only God can act on objects from outside the world, outside the system on which He acts. All human action, including technical action, exposes the actor. The illusion of godlike power is dangerous.

When Robert Oppenheimer witnessed the explosion of the first atom bomb a quotation from Baghavad-Gita flashed through his mind: "I have become death, the shatterer of worlds." But soon he was attempting to negotiate disarmament with Moscow. He realized the shatterer could be shattered. Presumably Shiva, the God of death, does not have to worry about the Russians.

Our actions not only come back to us through causal feedback, they also change the meaning of our world. The most dramatic examples of such transformations of meaning occur around new technologies of transportation and communication. Railroads and later automobiles and airplanes have radically diminished the experience of distance. Regions once remote were suddenly made close by these technologies. The spatial coordinates of our lives, what we mean by "far" and "near," are completely different from what it was for all of human history before these inventions were introduced. Added to these changes, electronic communication has radical consequences as a multicultural world gradually emerges from the monocultures of old. Ordinary people now know more about foreign lands and cultures from movies, encounters with immigrants, and tourism than all but a few adventurers and colonial administrators a century ago. What is more, such familiar distinctions as those between public and private, work and home, are subverted as new technology brings the office into domestic spaces and extrudes creative activities and private fantasies into public arenas.

Esto hace posible el desarrollo de disciplinas técnicas sofisticadas y progresos muy rápidos, pero con efectos secundarios lamentables. En los países comunistas, se impuso este mismo patrón bajo el control del Gobierno, donde el objetivo asignado a las empresas estatales (cumplir con la cuota) era igual de limitado.

En lugar de corregir la ilusión de la tecnología, las sociedades modernas toman esa ilusión por realidad. Imaginan que pueden actuar en el mundo sin consecuencias para sí mismas. Pero sólo Dios puede actuar sobre los objetos desde fuera del mundo; fuera del sistema sobre el que él actúa. Todas las actividades humanas, incluida la acción técnica, expone al actor. La ilusión del poder divino es peligrosa.

Cuando Robert Oppenheimer fue testigo de la explosión de la primera bomba atómica, le vino a la mente una cita del Baghavad-Gita: "Me he convertido en la muerte, la destrucción de los mundos". Pero pronto él intentaba negociar el desarme con Moscú. Se dio cuenta de que la destrucción podía ser destruida. Presumiblemente Shiva, el Dios de la muerte, no tuvo que preocuparse por los rusos.

Nuestras acciones no sólo vuelven a nosotros a través de la retroalimentación causal, también cambian el significado de nuestro mundo. Los ejemplos más drásticos de tales transformaciones de significado ocurren alrededor de las nuevas tecnologías de transporte y comunicación. Los ferrocarriles y posteriormente los automóviles y aviones han disminuido radicalmente la experiencia de la distancia. De repente, las regiones más remotas se hicieron cercanas por estas tecnologías. Las coordenadas espaciales de nuestras vidas, lo que queremos decir con "lejos" y "cerca", son completamente diferentes de lo que fue para toda la historia de la humanidad antes de que se introdujeran estas invenciones. Además de estos cambios, la comunicación electrónica tiene consecuencias drásticas ya que un mundo multicultural gradualmente surge de los mono-cultura de antaño. Ahora, la gente común sabe más acerca de tierras extranjeras y culturas por medio de películas, encuentros con inmigrantes y turismo, que todos esos pocos aventureros y administradores coloniales de hace un siglo. Es más, las distinciones familiares entre lo público y lo privado, el trabajo y el hogar, se subvierten porque la nueva tecnología trae la oficina a los espacios domésticos y expulsa las actividades creativas y las fantasías privadas hacia las arenas públicas.

Even the meaning of nature is subject to technological transformation. Take amniocentesis, for example. It allows the sex of the fetus to be identified early in pregnancy. Relatively few parents abort fetuses because of their sex, but the fact that this is possible at all transforms an act of God into a human choice. What formerly was a matter of luck can now be planned. Even choosing not to use the information has become a choice in favor of "nature" whereas before no choice was involved.

Our society is now capable of technologizing reproduction and has thus changed its meaning for everyone, including those who do not use the technology.

6. *The paradox of the means.* The paradox of action also holds in the case of identity. The hunter kills a rabbit with his gun and all he feels is a little pressure from the kickback of the weapon. But the rabbit is dead. There is an obvious disproportion between the effect of the action on the actor and his object. But the action does have significant consequences for the hunter. His identity is determined by his acts. That is to say, he is a hunter insofar as he hunts. This reverse action of technology on identity is true of everyone's productive activity in one way or another. In sum, you are what you do.

Consumer society has brought the question of identity to the fore in another way. The technologies we use in daily life, such as automobiles, iPods, mobile phones, signify us as the kind of people we are. We now "wear" our technologies just as we wear clothes and jewelry, as forms of self-presentation. Today, not only are you what you do, but even more emphatically you are what you use.

These observations suggest a *sixth paradox of the means* which follows directly from the paradox of action: *the means are the end*. There is a weaker version of this paradox with which everyone is familiar. It is obvious that means and ends are not completely independent of each other. Common sense tells us not to expect much good to come of using bad means even if the ends we have in view are benign. But my formulation is more radical. The point is not that means and ends are related, but that they are in fact one and the same over a wide range of technological issues. By this I mean that the changes in meaning and identity discussed above are often the most important effect of technological change, and not its ostensible purpose.

Incluso el significado de la naturaleza está sujeto a la transformación tecnológica. Tomemos las amniocentesis, por ejemplo. Permite que el sexo del feto pueda identificarse temprano en el embarazo. Relativamente pocos padres abortan fetos a causa de su sexo, pero el hecho de que esto sea posible transforma un acto de Dios en una elección humana. Lo que antes era una cuestión de suerte, ahora puede ser previsto. Incluso elegir no utilizar la información se ha convertido en una elección a favor de la "naturaleza", mientras que antes no se involucraba ninguna decisión.

Nuestra sociedad es ahora capaz de tecnologizar la reproducción y, por lo tanto, ha cambiado su significado para todos, incluso para aquellos que no utilizan la tecnología.

6. *La paradoja de los medios.* La paradoja de la acción también se sostiene en el caso de la identidad. El cazador mata un conejo con su arma y todo lo que él siente es sólo un poco de presión del contragolpe del arma. Pero el conejo está muerto. Hay una evidente desproporción entre el efecto de la acción en el actor y en su objeto. Pero la acción tiene consecuencias importantes para el cazador. Su identidad está determinada por sus actos. Es decir, es un cazador en la medida en que caza. Esta acción inversa de la tecnología sobre la identidad es verdad en las actividades productivas de todos nosotros, de una forma u otra. En resumen, uno es lo que hace.

La sociedad de consumo ha traído a primer plano la pregunta acerca de la identidad de una nueva forma. Las tecnologías que usamos en la vida cotidiana, tales como automóviles, iPods, teléfonos celulares, indican el tipo de personas que somos. Nosotros ahora "usamos" nuestras tecnologías tal como usamos ropa y joyas, como formas de autopresentación. Hoy no sólo se es lo que se hace, sino aún más enfáticamente se es lo que se usa.

Estas observaciones indican una *séxta paradoja de los medios* que sigue directamente a la paradoja de la acción: *los medios son el fin*. Hay una versión más débil de esta paradoja con la que todo el mundo está familiarizado. Es evidente que los medios y los fines no son completamente independientes entre sí. El sentido común nos dice que no esperemos demasiado al usar malos medios, incluso si los fines que tenemos en mente son favorables. Pero mi formulación es más radical. El punto no es que los medios y los fines están relacionados, sino que son, de hecho, uno y lo mismo en una amplia gama de cuestiones tecnológicas. Con esto quiero decir que los cambios en el significado y la identidad mencionados anteriormente son a menudo el efecto más importante de los cambios tecnológicos y no su propósito aparente.

Consider the example of the automobile. Automobile ownership involves far more than transportation. It symbolizes the owner's status. In poor countries, it has an even greater symbolic charge than in rich ones, signifying the achievement of modernity and its vision of a rich and fulfilling life. It cannot be said in such cases that the means are separate from the ends. Possession of the means is already an end in itself because identity is at stake in the relation to technology.

7. *The paradox of complexity.* This brings me to a *seventh paradox of complexity* which can be succinctly stated as: *Simplification complicates.* This corollary of the paradox of action flows from the nature of technology. As we have seen technologies can be removed from their context and transferred to alien locales. But more profoundly considered, technology is in some sense already decontextualized even before it is transferred, even in its normal setting. By this I mean that creating a technology involves abstracting the useful aspects of materials from their natural connections. This constitutes a radical simplification of those materials, so radical in fact that it must be compensated by a recontextualization in a new technological niche where we find them transformed in a finished and working device. But the recontextualization is not always completely successful.

Here is an example. To make the paper on which this lecture is printed, trees were removed from their place in the ecology of the forest as they were reduced to simplified raw materials. They were then transformed to become useful in a new context, the context of contemporary writing practices. That new context brought with it all sorts of constraints such as size, thickness, compatibility with current printers, and so on. We recognize the paper as belonging to this new context.

But the process of decontextualizing and recontextualizing technical objects sometimes results in unexpected problems. In the case in point, paper making employs dangerous chemicals and its poorly regulated pursuit causes air pollution and immense harm to rivers and their inhabitants. In sum, in simplifying, technological projects such as paper making produce new complications.

Consideremos el ejemplo del automóvil. La propiedad del automóvil implica mucho más que el transporte. Simboliza la posición social del propietario. En los países pobres, tiene una carga simbólica aún mayor que en los ricos, significa el logro de la modernidad y su visión de una vida rica y satisfactoria. En tales casos no puede decirse que los medios son independientes de los fines. La posesión de los medios ya es un fin en sí mismo, porque la identidad es una apuesta por la tecnología.

7. *La paradoja de la complejidad.* Esto me lleva a una *séptima paradoja de complejidad* que puede indicarse sucintamente como: *la simplificación complica.* Este corolario de la paradoja de la acción emana de la naturaleza de la tecnología. Como hemos visto, las tecnologías se pueden sacar de su contexto y transferirse a escenarios extranjeros. Pero considerado más profundamente, la tecnología en cierto sentido ya está descontextualizada, incluso antes de ser transferida, incluso en su configuración normal. Con esto quiero decir que la creación de una tecnología implica la abstracción de los aspectos útiles de los materiales de sus conexiones naturales. Esto constituye una simplificación radical de esos materiales, tan radical de hecho que debe ser compensada mediante una recontextualización en un nuevo nicho tecnológico, donde los encontramos transformados en un dispositivo acabado que funciona. Pero la recontextualización no siempre es un éxito completo.

Aquí hay un ejemplo. Para hacer el papel en el que esta ponencia está impresa, muchos árboles se han quitado de su lugar en la ecología del bosque y se redujeron simplemente a materias primas. Se transformaron luego para ser útiles en un nuevo contexto, el contexto de prácticas de escritura contemporánea. Ese nuevo contexto trajo consigo todo tipo de limitaciones como el tamaño, el grosor, la compatibilidad con impresoras actuales y así sucesivamente. Reconocemos que el papel pertenece a este nuevo contexto.

Pero el proceso de descontextualizar y recontextualizar objetos técnicos a veces causa problemas inesperados. En este caso, hacer papel emplea productos químicos peligrosos y su ejercicio mal regulado produce contaminación del aire y un daño inmenso a los ríos y sus habitantes. En resumen y para simplificar, los proyectos tecnológicos, como hacer papel, provocan nuevas complicaciones.

This is why context matters. Ignorance of context is especially prevalent in developing societies that receive a great deal of transferred technology. Blindness to context and consequence is the rule in such cases. Technologies adapted to one world disrupt another world. These complications become the occasion for popular reactions and protests as they impinge on the health and well being of ordinary people. This proposition is tested over and over in one developing society after another. Where popular reaction leading to correctives is effectively suppressed, as it was in the Soviet Union, the consequences of development can be catastrophic: severe chemical pollution of the air, water and soil, extensive radioactive contamination, and declining fertility and life expectancy.

8. *The paradox of value and fact.* As it grows more powerful and pervasive, it becomes more and more difficult to insulate technology from feedback from the underlying population. Workers, users, victims, and potential victims all have their say at some point. Their feedback, provoked by maladaptation, negative side effects or unrealized technical potential, leads to interventions that constrain development and orient its path.

Once mobilized to protect themselves, protesters attempt to impose the lessons of experience with technologies on the technical experts who possess the knowledge necessary to build working devices in a modern society. It appears superficially that two separate things, technical knowledge and everyday experience interact in a clash of opposites. Technical experts sometimes decry what they think of as ideological interference with their pure and objective knowledge of nature. They protest that values and desires must not be allowed to muddy the waters of fact and truth. Protesters may make the corresponding error and denounce the experts in general while nevertheless employing their technology constantly in everyday life.

But in fact technical knowledge and experience are complementary rather than opposed. Technical knowledge is incomplete without the input from experience that corrects its oversights and simplifications. Public protests indirectly reveal the complications unintentionally caused by those simplifications, i.e. aspects of nature so far overlooked by the experts.

Esta es la razón por la cual el contexto es importante. La ignorancia del contexto está especialmente extendida las sociedades en desarrollo, que reciben una gran cantidad de tecnología transferida. Ceguera y consecuencias es la regla en tales casos. Las tecnologías adaptadas a un mundo perturban el desarrollo de otro mundo. Estas complicaciones ocasionan reacciones populares y protestas, pues se vulneran la salud y el bienestar de los ciudadanos. Esta proposición es probada una y otra vez en las diversas sociedades en desarrollo. Donde la reacción popular que se suprime efectivamente, como en la Unión Soviética, las consecuencias del desarrollo pueden ser catastróficas: grave contaminación química del aire, el agua y el suelo, contaminación radiactiva extensa y disminución de la fertilidad y de la esperanza de vida.

8. *La paradoja del valor y el hecho.* A medida que crece más potente y dominante, se vuelve cada vez más difícil aislar la tecnología de la retroalimentación de la población subyacente. Los trabajadores, los usuarios, las víctimas y las víctimas potenciales, todos tienen voz en algún momento. Su retroalimentación, provocada por la mala adaptación, los efectos secundarios negativos o potencial técnico no logrado, lleva a las intervenciones que restringen el desarrollo y orientan su camino.

Una vez que se movilizaron para protegerse a sí mismos, los manifestantes intentan imponer las lecciones de la experiencia con las tecnologías a los expertos técnicos, quienes poseen los conocimientos necesarios para construir dispositivos que funcionen en una sociedad moderna. Superficialmente parece que son dos cosas separadas, pero el conocimiento técnico y la experiencia cotidiana interactúan en un choque de opuestos. Los expertos técnicos a veces desprestigian lo que piensan como si fuera una injerencia ideológica de su conocimiento puro y objetivo de la naturaleza. Se quejan de que los valores y los deseos no deben poder enturbiar las aguas del hecho y la verdad. Los manifestantes pueden cometer el siguiente error: denunciar a los expertos en general, mientras que emplean su tecnología constantemente en la vida cotidiana.

Pero en realidad el conocimiento técnico y la experiencia son complementarios en lugar de opuestos. Los conocimientos técnicos están incompletos sin los aportes de la experiencia que corrige sus descuidos y simplificaciones. Las protestas públicas indirectamente revelan las complicaciones involuntarias causadas por esas simplificaciones, esto es, los aspectos de la naturaleza hasta ahora ignorados por los expertos.

Protests work by formulating values and priorities. Demand for such things as safety, health, skilled employment, recreational resources, aesthetically pleasing cities testify to the failure of technology to adequately incorporate all the constraints of its environment.

Eventually those values will be incorporated into improved technical designs and the conflict between the public and its experts will die down. Indeed, in years to come the technical experts will forget the politics behind their reformed designs and when new demands appear will defend them as a product of pure and objective knowledge of nature!

Values cannot enter technology without being translated into technological language. Simply wishing away inconvenient technical limitations will not work. The results of such a voluntaristic approach are disastrous as the Chinese discovered in the Cultural Revolution. For something useful to come out of public interventions, experts must figure out how to formulate values as viable technical specifications. When that is accomplished a new version of the contested technologies can be produced that is responsive its context. In the process values are translated into technical facts and the technology fits more smoothly into its niche.

The structure of this process is a consequence of a technology cut off to a considerable extent from the experience of those who live with it and use it. But the experience of users and victims of technology eventually influences the technical codes that preside over design. Early examples emerge in the labor movement around health and safety at work. Later, such issues as food safety and environmental pollution signal the widening circle of affected publics. Today, as we have seen, such interactions are becoming routine and new groups emerge frequently as “worlds” change in response to technological change. This overall dynamic of technological change closes the circle described in the paradox of action: what goes around comes around. And because we have experience and are capable of reflecting on it, we can change our technologies to safeguard ourselves and to support the new activities they make possible.

Las protestas funcionan mediante la formulación de valores y prioridades. La demanda de seguridad, salud, empleo cualificado, recursos recreativos, ciudades estéticamente agradables dan fe del fracaso de la tecnología para incorporar adecuadamente todas las restricciones propias del entorno.

Finalmente esos valores serán incorporados en diseños técnicos mejorados y el conflicto entre el público y los expertos terminará. De hecho, en los próximos años los expertos técnicos olvidarán las políticas de reforma de sus diseños y, cuando aparezcan nuevas demandas, las defenderán como un producto del conocimiento de la naturaleza puro y objetivo.

Los valores no pueden ingresar a la tecnología sin que se traduzca en idioma tecnológico. Simplemente desear que desaparezcan las inconvenientes limitaciones de las técnicas no funcionará. Los resultados de un enfoque tan voluntarioso son desastrosos como los chinos descubrieron en la revolución cultural. Para hacer que algo útil provenga de las intervenciones públicas, los expertos deben averiguar cómo formular los valores como especificaciones técnicas viables. Cuando se logra eso, puede producirse una nueva versión de las tecnologías rechazadas, que responda su contexto. En el proceso, los valores se traducen en hechos técnicos y la tecnología se ajusta sin problemas a su nicho.

La estructura de este proceso es una consecuencia de la gran desconexión de la tecnología, de la experiencia de quienes viven con ella y la utilizan. Pero la experiencia de los usuarios y de las víctimas de la tecnología finalmente influye en los códigos técnicos que dominan el diseño. Los primeros ejemplos surgen del movimiento sindical por la salud y la seguridad en el trabajo. Más tarde, las cuestiones tales como la seguridad alimentaria y la contaminación del medio ambiente señalaron el círculo cada vez mayor de espacios públicos afectados. Hoy, como hemos visto, estas interacciones se están convirtiendo en rutina y con frecuencia surgen nuevos grupos como cambios de “mundo” en respuesta al cambio tecnológico. Esta dinámica global del cambio tecnológico cierra el círculo que se describe en la paradoja de la acción: lo que se siembra, se cosecha. Y porque tenemos experiencia y somos capaces de reflejarnos en ésta, podemos cambiar nuestras tecnologías para salvaguardarnos y para apoyar las nuevas actividades que éstas hacen posibles.

Sometimes the problem is not the harm technology does but the good it might do if only it were reconfigured to meet unmet demands. This case is exemplified by the Internet. It was created by the US military to test a new type of networked computer time sharing. But a graduate student came up with the idea of networking not only the computers but also their users and introduced email. Since then one generation of users after another has developed and explored new ideas for social interaction on the Internet. Home pages were followed by web forums and web forums by social sites dedicated to music sharing and photography. These sites were integrated into blogs and now social sites such as Myspace and Facebook have emerged, pulling together many social resources.

At each stage programmers have worked to accommodate the new demands of users with the corresponding technical solutions. This is a process repeated endlessly as technologies develop.

This leads me to my *eighth paradox*, which I will call *the paradox of value and fact: values are the facts of the future*. Values are not the opposite of facts, subjective desires with no basis in reality. Values express aspects of reality that have not yet been incorporated into the taken for granted technical environment. That environment was shaped by the values that presided over its creation. Technologies are the crystallized expression of those values. New values open up established designs for revision

A veces el problema no es el daño que hace la tecnología, sino el bien que podría hacer si sólo se volviera a configurar para satisfacer las demandas insatisfechas. Este caso es ejemplificado por Internet. Fue creada por los militares de los Estados Unidos para probar un nuevo tipo de computadora en red de tiempo compartido. Pero un estudiante graduado surgió con la idea de establecer conexiones no sólo entre las computadoras sino también entre sus usuarios y presentó el correo electrónico. Desde ese entonces una generación de usuarios tras otra ha desarrollado y explorado nuevas ideas para la interacción social en Internet. A las páginas principales le siguieron los foros web y a los foros web, los sitios sociales dedicados a compartir música y fotografías. Estos sitios se integraron en blogs y ahora los sitios sociales como MySpace y Facebook han surgido, trabajando codo a codo con varios recursos sociales.

En cada etapa, los programadores han trabajado para tener en cuenta las nuevas demandas de los usuarios con las correspondientes soluciones técnicas. Se trata de un proceso que se repite indefinidamente mientras las tecnologías se desarrollan.

Esto me lleva a mi *octava paradoja*, que llamaré *la paradoja de valor y hecho: los valores son los hechos del futuro*. Los valores no son lo contrario a los hechos, deseos subjetivos sin fundamento en la realidad. Los valores expresan aspectos de la realidad que aún no han sido incorporados al entorno técnico que parece el más natural del mundo. Ese medio ambiente fue formado por los valores que dominaron su creación. Las tecnologías son la expresión cristalizada de esos valores. Los nuevos valores abren la revisión de diseños establecidos.

9. *The democratic paradox.* Social groups form around the technologies that mediate their relations, make possible their common identity and shape their experience. We all belong to many such groups. Some are defined social categories and the salience of technology to their experience is obvious. A worker in a factory, a nurse in a hospital, a truck driver in his truck, are all members of communities that exist through the technologies they employ. Consumers and victims of the side effects of technology form latent groups that surface when their members become aware of the shared reasons for their problems. The politics of technology grows out of these technical mediations that underlie the many social groups that make up society. Such encounters between the individuals and the technologies that connect them proliferate with consequences of all sorts. Social identities and worlds emerge together and form the backbone of a modern society.

In the technology studies literature, this is called the "co-construction" of technology and society. The examples cited here show this "co-construction" resulting in ever tighter feedback loops, like the "Drawing Hands" in M. C. Escher's famous print of that name. I want to use this image to discuss the underlying structure of the technology-society relationship.

Escher's self-drawing hands are emblematic of the concept of the "strange loop" or "entangled hierarchy" introduced by Douglas Hofstadter in his book *Gödel, Escher, Bach*. The strange loop arises when moving up or down a logical hierarchy leads paradoxically back to the starting point. A logical hierarchy in this sense can include a relationship between actors and their objects, such as seeing and being seen or talking and listening. The active side stands at the top and the passive side at the bottom of these hierarchies.

The famous liar's paradox is an example of a strange loop in which top and bottom trade places. Like all statements, the statement "This sentence is false" refers to an object. The statement itself is the actor at the top of the hierarchy. But the object to which it refers is also itself and in describing itself as false it reverses the direction of action. When one claims that something is false that claim is the actor and what it describes as false is the object. But that object is itself.

9. *La paradoja democrática.* Grupos sociales se forman alrededor de las tecnologías que median sus relaciones, hacen posible su identidad común y dan forma a su experiencia. Todos pertenecemos a muchos de esos grupos. Algunos son de categorías sociales definidas y la prominencia de la tecnología en su experiencia es obvia. Un trabajador en una fábrica, una enfermera en un hospital, un camionero en su camión, son todos miembros de las comunidades que existen a través de las tecnologías que ellos emplean. Los consumidores y las víctimas de los efectos secundarios de la tecnología forman grupos latentes que afloran cuando sus miembros son conscientes de las razones compartidas de sus problemas. Las políticas de la tecnología surgen de estas mediaciones técnicas que subyacen a los grupos sociales. Tales encuentros entre los individuos y las tecnologías que los conectan proliferan con consecuencias de todo tipo. Las identidades sociales y los mundos surgen juntos y forman la columna vertebral de una sociedad moderna.

En la bibliografía de estudios de tecnología, esto se denomina la "co-construcción" de la tecnología y la sociedad. Los ejemplos citados muestran que esta "co-construcción" es resultado de una continua retroalimentación, como "Dibujando manos" en la famosa impresión de M. C. Escher de ese nombre. Quiero usar esta imagen para debatir la estructura subyacente de la relación entre tecnología y sociedad.

Las manos del autorretrato de Escher son emblemáticas para el concepto de "circuito extraño" o "jerarquía enredada" presentado por Douglas Hofstadter en su libro *Gödel, Escher, Bach*. El circuito extraño surge cuando al mover arriba o abajo una jerarquía lógica, conduce paradójicamente de vuelta al punto de partida. Una jerarquía lógica en este sentido puede incluir una relación entre los actores y sus objetos, tales como ver y ser visto o hablar y escuchar. El lado activo se sitúa en la parte superior y el lado pasivo en la parte inferior de estas jerarquías.

La paradoja del famoso mentiroso es un ejemplo de un circuito extraño en el que la parte superior e inferior intercambian lugares. Como todas las afirmaciones, la afirmación "Esta oración es falsa" hace referencia a un objeto. La afirmación en sí misma es el actor en la parte superior de la jerarquía. Pero el objeto al que se refiere también es en sí mismo y, al describirse como falso, invierte la dirección de la acción. Cuando alguien reclama que algo es falso, ese reclamo es el actor y lo que describe como falso es el objeto. Pero ese objeto es él mismo.

Now the sentence is only true if it is false and false if it is true. A strange loop indeed!

In the Escher print, the paradox is illustrated in a visible form. The hierarchy of "drawing subject" and "drawn object" is "entangled" by the fact that each hand plays both functions with respect to the other. If we say the hand on the right is at the top of the hierarchy, drawing the hand on the left, we come up against the fact that the hand on the left draws the hand on the right and so is also located at the top level. Thus neither hand is at the top or both are, which is contradictory.

On Hofstadter's terms, the relation between technology and society is an entangled hierarchy. Insofar as social groups are constituted by the technical links that associate their members, their status is that of the "drawn" object in Escher's scheme. But they react back on those links in terms of their experience, "drawing" that which draws them. Once formed and conscious of their identity, technologically mediated groups influence technical design through their choices and protests. This feedback from society to technology constitutes *the democratic paradox: the public is constituted by the technologies that bind it together but in turn it transforms the technologies that constitute it*. Neither society nor technology can be understood in isolation from each other because neither has a stable identity or form.

This paradox is endemic to democracy in general. Self-rule is an entangled hierarchy. As the French revolutionary Saint-Just put it, "the people is a submissive monarch and a free subject." Over the centuries since the democratic paradox was first enacted, its reach has extended from basic political issues of civil order and defense to embrace social issues such as marriage, education, and health care.

The process of extending democracy to technology began with the labor movement. It called attention to the contradiction between democratic ideology and the tyranny of the factory. This was the first expression of a politics of technology at a time when technical mediation was still confined to a single sector of society. The dream of control of the economy by those who build it with their brains and hands has never been fully realized. But today, around the many issues raised by technology, something very much like that dream is revived in new forms.

Ahora la frase es verdadera sólo si es falsa y falsa si es verdadera. De hecho, es un circuito extraño.

En la impresión de Escher, se ilustra la paradoja en una forma visible. La jerarquía de "sujeto dibujante" y "objeto dibujado" es "enredada" por el hecho de que cada mano desempeña ambas funciones con el respeto a la otra. Si decimos que la mano a la derecha está en la parte superior de la jerarquía al dibujar la mano a la izquierda, nos encontramos frente al hecho de que la mano a la izquierda dibuja la mano a la derecha y, por lo tanto, también se encuentra en el nivel superior. Por lo tanto ninguna mano se encuentra en la parte superior o ambas están, lo que es contradictorio.

En términos de Hofstadter, la relación entre tecnología y sociedad es una jerarquía enredada. En la medida en que los grupos sociales están constituidos por los vínculos técnicos que relacionan a sus miembros, su estado es el del objeto "dibujado" en el proyecto de Escher. Pero reaccionan a esos vínculos según los términos de su experiencia, "dibujar" lo que los dibuja. Una vez formados y conscientes de su identidad, los grupos con medios tecnológicos influyen en las técnicas de diseño a través de sus decisiones y sus protestas. Esta retroalimentación de la sociedad con la tecnología constituye *la paradoja democrática: el público está constituido por las tecnologías que los enlaza, pero a su vez transforma las tecnologías que la constituyen*. Ni la sociedad, ni la tecnología se pueden entender aisladamente porque ninguna tiene una identidad o forma estables.

Esta paradoja es endémica a la democracia en general. La autonomía es una jerarquía enredada. Como el francés revolucionario Saint-Just dijo: "el pueblo es un monarca sumiso y un sujeto libre". En los siglos que siguieron a la primera aparición de la democracia, su alcance se ha ampliado desde las cuestiones políticas básicas del orden civil y de defensa para abarcar cuestiones sociales tales como el matrimonio, la educación y la atención de la salud.

El proceso de extender la democracia a la tecnología se inició con el movimiento sindical. Llamó la atención la contradicción entre la ideología democrática y la tiranía de la fábrica. Ésta fue la primera expresión de una política de la tecnología en un momento en que la mediación técnica todavía se limitaba a un único sector de la sociedad. El sueño del control de la economía de aquellos que la construyeron con sus cerebros y sus manos, nunca se ha realizado plenamente. Pero hoy, alrededor de las muchas cuestiones planteadas por la tecnología, algo muy parecido a ese sueño es revivido en nuevas formas.

Those who demand environmentally compatible production, a medical system more responsive to patient needs, a free and public Internet, and many other democratic reforms of technology, follow in the footsteps of the socialist movement whether they know it or not. They are broadening democratic claims to cover the whole social terrain incorporated into the technological system.

10. *The paradox of conquest.* Hofstadter's scheme has a limitation that does not apply in the case of technology. The strange loop is never more than a partial subsystem in a consistent, objectively conceived universe. Hofstadter evades ultimate paradox by positing an "inviolable level" of strictly hierarchical relations above the strange loop that makes it possible. He calls this level "inviolable" because it is not logically entangled with the entangled hierarchy it creates. The person who says "This sentence is false" is not entangled in the paradox she announces. In the case of the Escher drawing, the paradox only exists because of the unparadoxical activity of the actual printmaker Escher who drew it in the ordinary way without himself being drawn by anyone.

The notion of an inviolable level has its place in logic but not in life in a technological society. In fact the illusion of technique is precisely defined by this notion. This illusion gives rise to the popular belief that through technology we "conquer" nature. But human beings are natural beings and so the project of conquest is inherently paradoxical. This *tenth paradox of conquest* was succinctly formulated in another context by F. Scott Fitzgerald: *the victor belongs to the spoils*. The conqueror of nature is despoiled by its own violent assault. This paradox has two implications. On the one hand, when "humanity" conquers nature, it merely arms some humans with more effective means to exploit and oppress other humans who, as natural beings, are among the conquered subjects. On the other hand, as we have seen, actions that harm the natural environment come back to haunt the perpetrators in the form of pollution or other negative feedback from the system to which both conqueror and conquered belong. In sum, the things we as a society do to nature are also things we do to ourselves.

Aquellos que exigen una producción compatible con el medio ambiente, un sistema médico más sensible a las necesidades del paciente, un acceso a Internet libre y público, y muchas otras reformas democráticas de la tecnología, siguen las huellas del movimiento socialista a sabiendas o no. Están ampliando los reclamos democráticos hacia el terreno social involucrado en el sistema tecnológico.

10. *La paradoja de la conquista.* El proyecto de Hofstadter tiene una limitación que no se aplica en el caso de la tecnología. El circuito extraño no es nunca más que un subsistema parcial en un universo concebido coherente y objetivamente. Hofstadter evade la paradoja final postulando un "nivel intacto" de las relaciones jerárquicas estrictamente por encima del circuito y que lo hace posible. Él llama "intacto" a este nivel porque no está lógicamente enredado con la jerarquía enredada que crea. La persona que dice "Esta oración es falsa" no se enreda en la paradoja que anuncia. En el caso del dibujo de Escher, la paradoja sólo existe debido a la actividad no paradójica de el grabador Escher real que dibuja del modo habitual, sin ser él mismo dibujado por alguien más.

La noción de un nivel intacto tiene su lugar en la lógica, pero no en la vida en una sociedad tecnológica. De hecho, la ilusión de la técnica es precisamente definida por este concepto. Esta ilusión da lugar a la creencia popular que a través de la tecnología "conquistamos" la naturaleza. Pero los seres humanos son seres naturales, por lo que el proyecto de conquista es inherentemente paradójico. Esta *décima paradoja de conquista* se formuló sucintamente en otro contexto por Scott f. Fitzgerald: *el vencedor pertenece al botín*. El conquistador de la naturaleza es despojado por su propia agresión violenta. Esta paradoja tiene dos consecuencias. Por un parte, cuando "la humanidad" conquista la naturaleza, simplemente arma a algunos seres humanos con medios más eficaces para explotar y oprimir a otros seres humanos que, como seres naturales, se encuentran entre los sujetos conquistados. Por otra parte, como hemos visto, las acciones que dañan del medio ambiente natural vuelven para vengarse de los autores en forma de contaminación u otra retroalimentación negativa del sistema al que ambos, conquistador y conquistado, pertenecen. En resumen, las cosas que como sociedad le hacemos a la naturaleza son también cosas que nos hacemos a nosotros mismos.

In reality there is no inviolate level, no equivalent of "Escher" in the real world of co-construction, no godlike agent creating technology and society from the outside. All the creative activity takes place in a world that is itself created by that activity. Only in our fantasies do we transcend the strange loops of technology and experience. In the real world there is no escape from the logic of finitude.

En realidad no hay ningún nivel intacto, no hay un equivalente de "Escher" en el mundo real de co-construcción, ningún agente divino creando la tecnología y la sociedad desde el exterior. Toda la actividad creativa tiene lugar en un mundo que es él mismo creado por esa actividad. Sólo en nuestras fantasías trascendemos los bucles extraños de tecnología y experiencia. En el mundo real no hay escape de la lógica de finitud.

Conclusion. The ten paradoxes form a philosophy of technology that is remote from current views but corresponds more nearly to experiences we have with increasing frequency. In rich countries the Internet and the environment are the two domains in which the paradoxes are most obviously at work. The many disorders of development illustrate their relevance in the rest of the world. Everywhere technology reveals its true nature as it emerges from the cultural ghetto in which it was confined until recently. Today technological issues routinely appear on the front pages of the newspapers. Fewer and fewer people imagine they can be left to the experts to decide. This is the occasion for the radical change in our understanding of technology. The institutionalized abstractions of the corporations and the technical professions are no longer the only standpoint from which to understand technology. Now it is more and more in the foreground of our everyday activities and provokes renewed philosophical reflection.

Here in conclusion is the list of the ten paradoxes. Let us hope they soon cease to feel paradoxical and become the new common sense.

1. The paradox of the parts and the whole: The apparent origin of complex wholes lies in their parts but in reality the parts find their origin in the whole to which they belong.
2. The paradox of the obvious: What is most obvious is most hidden.
3. The paradox of the origin: behind everything rational there lies a forgotten history.
4. The paradox of the frame: Efficiency does not explain success, success explains efficiency.
5. The paradox of action: In acting we become the object of action.
6. The paradox of the means: The means are the end.
7. The paradox of complexity: Simplification complicates.
8. The paradox of value and fact: Values are the facts of the future.
9. The democratic paradox: The public is constituted by the technologies that bind it together but in turn it transforms the technologies that constitute it.
10. The paradox of conquest: The victor belongs to the spoils.

Conclusión. Las diez paradojas forman una filosofía de la tecnología que es remota desde las perspectivas actuales, pero corresponde a experiencias más cercanas que tenemos con mayor frecuencia. En los países ricos, Internet y el medio ambiente son dos dominios en los que las paradojas son más evidentes en el trabajo. Los muchos trastornos del desarrollo ilustran su relevancia en el resto del mundo. En todas partes la tecnología revela su verdadera naturaleza tal como surge del gueto cultural al que se limitaba hasta hace poco. Hoy las cuestiones tecnológicas aparecen rutinariamente en las primeras páginas de los periódicos. Cada vez menos personas imaginan que pueden dejar decidir a los expertos. Esta es la ocasión para el cambio radical en nuestra comprensión de la tecnología. Las abstracciones institucionalizadas de las empresas y las profesiones técnicas ya no son el único punto de partida desde el cual comprender la tecnología. Ahora está cada vez más en primer plano de nuestras actividades cotidianas y provoca una reflexión filosófica renovada.

Aquí en conclusión está la lista de las diez paradojas. Esperemos pronto dejen de sentirse como paradójicas y se conviertan de nuevo en sentido común.

1. La paradoja de las partes y el todo: El origen aparente de las totalidades complejas reside en sus partes, pero en realidad las partes tienen su origen en el todo al que pertenecen.
2. La paradoja de lo obvio: Lo que es más obvio está más oculto.
3. La paradoja del origen: Detrás de todo lo racional se encuentra una historia olvidada.
4. La paradoja del marco: La eficiencia no explica el éxito, el éxito explica la eficiencia.
5. La paradoja de la acción: Al actuar nos convertimos en el objeto de acción.
6. La paradoja de los medios: Los medios son el fin.
7. La paradoja de la complejidad: La simplificación complica.
8. La paradoja del valor y el hecho: Los valores son los hechos del futuro.
9. La paradoja democrática: El público es constituido por las tecnologías que lo enlaza, pero a su vez transforma las tecnologías que lo constituyen.
10. La paradoja de la conquista: El vencedor pertenece al botín.

*Versión en castellano: María Carolina Li Gambi
Edición: Personal del I.S.P.T.*