

Artefactos epistémicos y los cambiantes patrones de observación

Heriberto Ramírez Luján. Universidad Autónoma de Chihuahua (México)

Recibido 28/06/2025 • Aceptado 28/10/2025

c. e.: hramirez@uach.mx

Resumen

Este texto explora cómo los artefactos epistémicos han transformado nuestra comprensión de la observación científica. Se examina la evolución histórica desde instrumentos básicos como los cuadrantes mayas y el telescopio de Galileo hasta los sofisticados microscopios electrónicos actuales. El trabajo se centra en cómo estos dispositivos han modificado el concepto tradicional de observación en la filosofía de la ciencia, particularmente en el ámbito de la nanotecnología. Teniendo como trasfondo figuras históricas como Descartes, Hooke, Newton y Leeuwenhoek, destacando cómo cada uno contribuyó al desarrollo de la «tradición artefactual microscópica». Se hace la propuesta del concepto de «nanoepistemología» para describir cómo el conocimiento del mundo nano depende fundamentalmente de imágenes procesadas por instrumentos, no de la observación directa tradicional. Se plantea como conclusión que estos cambios tecnológicos han debilitado el papel de las teorías clásicas y han desplazado la filosofía de la ciencia hacia la filosofía de la tecnología.

Palabras clave: artefacto epistémico, filosofía artefactual, nanoepistemología.

Abstract

Epistemic artifacts and changing patterns of observation

This paper explores how epistemic artifacts have transformed our understanding of scientific observation. It examines the historical evolution from basic instruments such as Mayan quadrants and Galileo's telescope to today's sophisticated electron microscopes. The study focuses on how these devices have reshaped the traditional concept of observation in the philosophy of science, particularly within the field of nanotechnology. Against the backdrop of historical figures such as Descartes, Hooke, Newton, and Leeuwenhoek, it highlights how each contributed to the development of the «microscopic artifactual tradition». The paper introduces the concept of *nanoepistemology* to describe how knowledge of the nano-world fundamentally depends on instrument-processed images rather than traditional direct observation. It concludes that these technological transformations have weakened the role of classical theories and have shifted the philosophy of science toward a philosophy of technology.

Keywords: epistemic artifact, artifactual philosophy, nanoepistemology.

Artefactos epistémicos y los cambiantes patrones de observación

Heriberto Ramírez Luján. Universidad Autónoma de Chihuahua (México)

Recibido 28/06/2025 • Aceptado 28/10/2025

c. e.: hramirez@uach.mx

§ 1. Introducción

Nuestra forma de ver el mundo ha cambiado a lo largo del tiempo, hemos pasado de la mirada desnuda al uso de artilugios que nos han permitido ver de una manera más nítida y profunda, más allá de lo que el simple ojo lo permite. Nos hemos valido desde los cuadrantes mayas para observar los astros, el telescopio de Galileo, el microscopio óptico usado desde Hooke y los recientes microscopios electrónicos y de barrido. El resultado es lo mismo que hemos podido penetrar a las profundidades del cosmos nos hemos adentrado en el mundo cuasi insondable de lo infinitamente pequeño.

Conforme hemos incorporado cada uno de estos dispositivos para explorar el mundo, tanto en su dimensión macro como micro, la necesidad de reaprender a ver. A educar nuestra mirada para introducirnos al mundo a través de nuevos, y cada vez más sofisticados instrumentos. Es aquí donde surgen inquietudes por la forma en que esto que denominamos aquí artefactos epistémicos, aquellos diseñados para permitirnos ir más allá de lo que las facultades naturales humanas nos lo permiten, desafían nuestros conceptos y teorías filosóficas actuales acerca de lo que significa ver. Ubicados en un marco en el cual el avance tecnológico orientado al desarrollo de instrumentos de investigación, a su vez depende significativamente de nuestras teorías y conceptos de la materia y sus componentes más elementales; pero a al mismo tiempo participa de una simbiosis que, a mi juicio, es susceptible de modificar los conceptos, en este caso el de observación, tal y como es concebido en la filosofía de la ciencia tradicional.

Para tener un poco más de contexto es importantes traer a cuento que el microscopio electrónico de transmisión (TEM) tiene su origen a principios del siglo XX, con el trabajo

de pioneros como Knoll y Ardenne, quienes sentaron las bases para su desarrollo en las décadas de 1930 y 1940. A partir de entonces el microscopio electrónico adquirió gran importancia tanto para la investigación científica y la industria. La propuesta del presente trabajo es la de recapitular, en la medida de lo posible, cómo la incorporación reciente de estos artefactos o dispositivos pueden o han contribuido a modificar la concepción clásica de observación vinculada a la tradición Wittgenstein-Russell Hanson-Kuhn de observación. O dicho, en otros términos, ¿los nuevos artefactos epistémicos destinados a la observación del mundo nano implican que podamos hablar de una tradición poskuhniana de observación? Y con ello introducir cambios importantes en la filosofía de la ciencia y la tecnología contemporánea. La idea del presente documento reside en explorar esta posibilidad. Para lo cual se examinará la literatura pertinente, incluyendo textos clásicos.

§ 2. Antecedentes evolutivos de un artefacto

Ya en 1637, tras su llegada a la República Neerlandesa, Descartes hablaba de «la invención de estas pequeñas lentes compuestas de un solo vidrio para percibir las cosas de forma más sutil es cada vez más familiar y conocido en todas partes». (Descartes, 1987) Ciertamente, reconoce las dificultades para su construcción y sus desventajas seductoras en relación con los telescopios que «parecen prometer elevarnos a los cielos»; sin embargo, juzga que «tales lentes son mucho más útiles, puesto que nos permitirán observar diversas mezclas y disposiciones de pequeñas partes de las que están compuestos los animales y las plantas, y también de otros cuerpos que nos rodean» (Descartes, 1987), obteniendo con su uso un mayor conocimiento de la naturaleza. El propio Descartes no solo escribió sobre óptica durante su estancia en la República Neerlandesa; pulió lentes e incluso intentó inventar una pulidora (Snyder, 2017), consciente de las limitaciones de su tiempo para la fabricación de lentes pensando en que superara las dificultades de los artesanos de entonces.

La tradición artefactual microscópica encuentra en Robert Hooke uno de sus mejores momentos con Robert Hooke quien realiza las primeras incursiones en el mundo de lo inobservable, a simple vista, con la mediación de un microscopio. Publica

su *Micrografía* (Hooke, 1989) en 1665 con profusas ilustraciones de lo observado en el mundo microscópico. Sin embargo, su inconsistencia para mantenerse en el mismo tema contribuyó poco a darle mayor fuerza a esta línea de trabajo. El mismo Isaac Newton, que se había enfocado desde edad temprana en la fabricación de telescopios, pero imbuido a tope en sus indagaciones posteriores sobre la naturaleza de la luz auguraba una era en la que los corpúsculos de luz podrían llegar a ser observados.

Si tales instrumentos [los microscopios] son ya tan perfectos o pueden perfeccionarse hasta el punto demostrar con suficiente nitidez los objetos quinientas o seiscientas veces mayores de lo que aparecen a simple vista a un pie de distancia espero que seamos capaces de descubrir algunos de los mayores de tales corpúsculos. Con un microscopio que aumente tres o cuatro mil veces, tal vez podamos verlos todos, excepto los que producen el negro. [Newton, 1977]

Será con Antoni van Leeuwenhoek que los microscopios adquieren una mayor divulgación, se desconoce hasta ahora cómo es que aprendió a fabricarlos, pero se dice que llegó a producir 566 a lo largo de su fructífera vida. Con base en el análisis de las ocho lentes conservadas se mostró que su capacidad de aumento oscilaba de 69 veces con la lente más débil a 266 en la más potente. A su vez se llegó a determinar que todas las lentes habían sido esmeriladas, excepto la más potente que había sido soplada. Con la lente de mayor aumento una mosca vista con ella parecería de un metro de longitud. Una bacteria sería del tamaño de un punto tipográfico. Hay quien piensa que Leeuwenhoek llegó a tener instrumentos capaces de lograr hasta quinientos aumentos. Comparados con el telescopio de Galileo que solo alcanzó los veinte aumentos. Se conjetura que Spinoza, quien se ganaba la vida fabricando lentes luego de su expulsión del negocio familiar a raíz de su excomunión, lo convenció de hacerse con el torno (Snyder, 2017).

Luego de la fabricación de sus primeros instrumentos Leeuwenhoek se dedicó a observar todo lo que aparecía a su vista: moscas, ácaros, gusanos, polillas. De manera irresistible le atrajeron los ojos de los insectos, más que ninguna otra parte de sus diminutos cuerpos, coincidentemente lo mismo ocurrió con la mayoría de los nuevos microscopistas, quizá queriendo comprender la visión misma y el funcionamiento del instrumento. Pero, hacemos un pequeño impasse para preguntarnos sobre cuáles pueden haber sido las implicaciones epistémicas de esa nueva instrumentación.

Snyder sugiere que a Leeuwenhoek le llevó cerca de una década perfeccionar su técnica en la utilización de sus instrumentos hasta conseguir lo que nadie antes había logrado. Es decir, estaba aprendiendo a ver. «Tal y como necesitamos aprender con los ojos el mundo que nos rodea». Exactamente como alguien que nace ciego y tras una operación recupera su vista. Ian Hacking lo ha expresado diciendo que no vemos *a través* de un microscopio, sino *con* uno, del mismo modo que es inexacto decir que vemos a través de los ojos, sino con ellos. Lo que se quiere enfatizar es que para que esa mirada se cristalice antes es necesario un arduo e incesante adiestramiento y una gran cantidad de experiencia. Asomarnos por el lente de un telescopio o un microscopio nos hará darnos cuenta que ver no es algo que ocurra a lo simple, sino algo que se debe aprender con entrenamiento y un cuidadoso aprendizaje.

§ 3. Nanoepistemología o epistemología de lo más pequeño

La búsqueda humana sobre un conocimiento confiable y duradero se ha mantenido a lo largo de los siglos, con todo y que nos damos cuenta se trata de conjeturas provisionarias y limitadas nos resistimos a abandonar este viejo espejismo. Ciertamente es que a lo largo de nuestro devenir histórico han evolucionado nuestras ideas acerca de lo que es el conocimiento y de las formas de obtenerlo y justificarlo. Que van en consonancia con los diferentes estilos de razonamiento, y en relación a las distintas épocas en las cuales muestran su primacía. La tradición experimental sobre la cual estamos transitando en nuestra situación actual cuenta con todo un arsenal de instrumentos y dispositivos, y una de las formas más recurrentes de legitimar su conocimiento radica en las imágenes, ya no tanto en lo que tradicionalmente considerábamos la observación. Sobre todo, porque en este caso se trabaja con entidades que resultan inaccesibles con los métodos tradicionales, incluyendo el microscopio óptico. ¿Qué es, o qué no es una imagen? ¿cuál es su función dentro de los procesos investigativos de la nanotecnología? Son preguntas con perfecta cabida en esta problemática.

Para avanzar sobre este punto me gustaría que pensáramos, con la ayuda de Toulmin (1964) en estas imágenes producidas por los microscopios electrónicos cual, si se tratara de mapas de la realidad, pues «la analogía entre las teorías físicas y los

mapas es de alcances largos y puede ser utilizada para iluminar algunos oscuros y polvorientos rincones de la filosofía de la ciencia», pudiéramos pensar que lo mismo pudiese ocurrir en este caso de la filosofía de la tecnología, considerando que existen similitudes importantes entre el cartógrafo y el físico, en cuanto a los problemas de método y las técnicas de representación de que se valen para resolverlos. Pues:

[...] sucede con frecuencia que un mapa puede ser utilizado para trazar un itinerario de un viaje particular y cuando fuere necesario, pueden descubrirse en un mapa una cantidad indefinida de rutas. Pero, en cuanto a su forma, nada hay en un mapa que demuestre que deba ser usado por este motivo, con preferencia a muchos otros. [Toulmin, 1964]

Esto tiene que ver que de una misma región pueden existir una buena cantidad de mapas, y en cada uno de ellos se recoge o se cartografía distinta información. Detrás de la elaboración de un mapa están los intereses de quienes lo elaboran y de sus usuarios potenciales. Esto significa que son cierta clase de convenciones las que determinan qué aspecto de la imagen visual ha de tomarse en serio. Esta incursión analógica ha sido recuperada Philip Kitcher y nos la plantea en *Science, Truth, and Democracy* (2001). A su propia pregunta de ¿en cuanto a qué se puede considerar una omisión o una información espacial inexacta? Él mismo se responde que esto depende del tipo de mapa y las convenciones asociadas a las necesidades e intereses. Lo que tiene en consideración, por ejemplo, en cuanto a los mapas antiguos y sus diferencias con los actuales es que las convenciones de lectura aplicables a muchos mapas antiguos son muy diferentes a las de ahora, si bien se trata de un cambio que no debería de tomarnos por sorpresa, pues conviene tener muy presente que

[...] las convenciones de lectura identifican las formas de dividir el dominio espacial que son de interés para el cartógrafo, y esas convenciones dependen sobre los objetivos y las instituciones de la sociedad en la que se desarrollará el mapa usado [...]. Nuestras formas de dividir el mundo en cosas y tipos de cosas dependen sobre nuestras capacidades e intereses. La historia de la cartografía amplía este punto al mostrando cómo las convenciones y divisiones cartográficas evolucionan en respuesta a cambiando los propósitos humanos. [Kitcher, 2001]

Esto, me parece, podría resumir las formas mediante las cuales hemos venido mapeado distintas parcelas de la realidad, en nuestros tiempos actuales ha sido con la

mediación de instrumentos cada vez más sofisticados que hemos logrado llegar a las profundidades insondables del universo y también de la materia, y representarlas con imágenes procesadas que intentan decirnos cómo es aquello que resulta inaccesible con nuestra mirada desnuda, en función de nuestros intereses personales, pero también de las instituciones que financian las investigaciones. En lo tocante al mundo nano, resulta perfectamente legítimo hacernos la pregunta que desgrana Joseph Pitt: «¿cómo podemos llegar a saber lo que está pasando en este dominio de las cosas diminutas?» Antes de lo cual antepone un par de preguntas, ¿qué queremos decir con «saber»? y también ¿cómo es que accedemos a este dominio? Encuentra que hay una relación directa entre lo que llegamos a saber sobre el mundo nano y en cómo accedemos a él, y los criterios que traemos con nosotros que nos permiten evaluar ese acceso. Pitt sustenta sus afirmaciones en una tesis más amplia:

[...] modificamos nuestra concepción del conocimiento a medida que se desarrollan criterios para calibrar nuestros instrumentos. Básicamente la pregunta a responder es esto: si no puedes verlo, ¿es real? Esta pregunta no puede reducirse a la sola es cuestión de observabilidad, ya que no todas las entidades teóricas son inobservables, por ejemplo, las galaxias, y no todas las entidades teóricas inobservables son muy pequeñas, por ejemplo, los agujeros negros. [Pitt, 2004]

Aunque parezca una perogrullada tiene sentido su aclaración en cuanto a lo que «vemos» a través de un microscopio es diferente al sentido en el que «ver» un árbol o una taza de café. Su idea es dejarnos en claro la extensión del significado del verbo «ver» para adaptarlo a nuestro uso de microscopios. O, para decirlo de otra manera, hablar de «ver a través de un microscopio» es emplear una metáfora. Una metáfora que intenta allanar nuestro camino hacia una comprensión de lo desconocido aplicando lo familiar a lo desconocido. «Nosotros llamamos a una serie de cosas «ver» hoy porque equiparamos metafóricamente lo que estamos haciendo con el ver tal como lo entendemos naturalmente» (Pitt, 2004).

Si regresamos a nuestra analogía anterior, de los mapas y su vínculo con la realidad en función de nuestros intereses y necesidades, pero ahora en relación a nuestra forma de acercarnos al mundo de lo pequeño por intermediación de los microscopios electrónicos, encontramos similitudes interesantes, por ejemplo resulta sugerente lo que (Birkeland, 2009) nos comenta.

Si uno fuera a aplicar diferentes técnicas a la misma muestra, las imágenes producidas en general no serían idénticas; resaltarían diferentes propiedades de los átomos estudiados. Se podría argumentar que esta diferencia significa que uno no puede estar seguro de cuál es la representación correcta de los átomos, y por lo tanto que las imágenes producidas no son imágenes en absoluto. En el mismo sentido, las imágenes AFM y STM probablemente no retratarán las mismas características de la muestra, pero son imágenes en el sentido de que representan algunas de las características de la muestra.

Esto acentúa más el carácter utópico de un mapa completo del mundo. Ninguna imagen o micrografía conseguirá representar en una sola toma todo lo que está sometido al bombardeo de electrones. El resultado arrojará siempre aspectos parciales y estará en funciones de lo que el investigador espera conseguir. Si bien debe reconocerse que cada vez tenemos mejores imágenes o «mapas» de estos aspectos específicos, que de acuerdo a nuestros intereses queremos «ver». Conviene tener en cuenta que la incorporación de herramientas digitales ha transfigurado considerablemente la microscopía electrónica, transformando tanto la calidad de las imágenes como los procesos de adquisición y análisis de datos.

§ 4. Conclusión. Desenlaces para la filosofía de la ciencia

¿En qué cambia esta filosofía experimentalista la filosofía de la ciencia a partir de Popper y Kuhn, Hanson, Lakatos y Laudan? Una pregunta muy *ad hoc* si bien para Pitt estas teorías presentan fallas profundas, pues:

[...] el cambio científico no es meramente una cuestión de las condiciones lógicas bajo las cuales las teorías científicas pueden ser abandonadas o aceptadas. Es un proceso mucho más complicado fuertemente influenciado por el papel de los instrumentos innovadores y otras tecnologías que no sólo cambian la naturaleza de la empresa, sino cambia el significado de conceptos como observación científica, evidencia o experimento. [Pitt, 2004]

Además, pienso, el referente de eso que tradicionalmente llamamos comunidad científica es ahora más amplio y complejo, pues en torno a tales comunidades ahora convergen muchos otros factores que van desde las necesidades del mismo mercado global como de los consumidores. También sostengo que sobre el lugar que ocupa la

teoría en el desarrollo de las investigaciones, aquella idea popperiana de que «la teoría domina el trabajo experimental desde su planteamiento inicial hasta los retoques finales en el laboratorio» amerita más de una reconsideración. Lo mismo vale para el concepto de estabilidad en el desarrollo de la investigación, cómo y cuándo se estabilizan los conceptos y las prácticas científicas, por ejemplo, pues es importante considerar en nuestro horizonte reflexivo que las formas de hacer ciencia han cambiado de manera importante en los últimos cincuenta años.

En consecuencia, el papel adjudicado a las teorías se ha debilitado, los valores epistémicos de verdad, adecuación empírica también se han atenuado por factores extraepistémicos, guiados por intereses económicos y políticos. El encuadre tecnocientífico guía las nuevas formas de producción del conocimiento. Así, que nos hemos alejado considerablemente de los consensos comunitarios de Kuhn. La misma filosofía de la ciencia, en mi opinión, vive una deriva disciplinara hacia la filosofía de la tecnología, desde la cual, estas preguntas ahora pueden, quizá, encontrar respuestas complementarias a las que venía ofreciendo la filosofía de la ciencia.

Bibliografía

- Birkeland, T. y Strand, R. (2009), «How to Understand Nano Images», en *Techné*, pp. 182-189.
- Descartes, René (1987), *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*. Madrid, Alfaguara.
- Hooke, Robert (1989), *Micrografía*. Madrid, Alfaguara.
- Kitcher, Philip (2001), *Science, truth and democracy*. New York, Oxford University Press.
- Newton, Isaac (1977), *Óptica o tratado de las reflexiones refracciones inflexiones y colores de la luz*. Madrid, Alfaguara.
- Pitt, Joseph C. (2004), «The Epistemology of the Very Small», en D. Baird et al., *Discovering the Nanoscale*. Amsterdam, IOS Press, pp. 157-163.
- Snyder, Laura J. (2017), *El ojo del observador. Johannes Vermeer, Antoni van Leeuwenhoek y la reinención de la mirada*. Barcelona, Acantilado.
- Toulmin, Stephen (1964), *La filosofía de la ciencia*. Buenos Aires, Los Libros del Mirasol.