Doi. 10.38128/cienciayfilosofa.v15i17.128

Artículo de investigación

Ciencias puras, ciencias aplicadas: la dualidad inexistente

Pure sciences, applied sciences: the non-existent duality

Ciências puras, ciências aplicadas: a dualidade inexistente

Juan Luis García-Cabello. ID. 0009-0005-7857-8982

Universidad de Salamanca, Humanidades, Salamanca. España. Cp. 37007. Email: juanlugarca@gmail.com
ROR: https://ror.org/02f40zc51

Enviado: 2026-06-04
Revisado: 2026-06-23
Aprobado: 2026-06-26
Publicado: 2026-07-29

Resumen

La distinción entre ciencia pura y ciencia aplicada como dos disciplinas diferentes e irreconciliables no es producto de nuestros días, aparece ya en el siglo XIX y sigue hasta la actualidad, reforzada por la complejidad que implica la ciencia y sus distintas ramas en el presente, tales como la tecnología y la tecnociencia, junto a los grandes descubrimientos científicos y las teorías en los distintos campos de este saber. Indagando en estos conceptos a través de los artículos de James K. Feibleman, entre otros, la distinción se hace evidente: conocer, para la ciencia pura; hacer, para la ciencia aplicada. Por otro lado, como recoge Paul Lucier en su artículo *The Origins of Pure and Applied Science in Gilded Age America,* hay una línea que separa ambas posiciones, pero la división en sí no deja de ser un "invento", una creación de los científicos del siglo XIX, época en la que comenzaron a aparecer nuevos actores sociales y nuevas prácticas profesionales que debían, y querían, distinguir y distinguirse. Es en el

último tercio de ese siglo cuando algunos científicos como Pasteur aúnan posiciones junto a J. Tyndall, para el que solo se tenía la ciencia y luego, la aplicación de la ciencia. Siguiendo esta argumentación el presente estudio se propone mostrar que no hay tal diferencia entre ambos conceptos, a través de artículos relacionados, sino que se trata de una sola ciencia, necesitando los dos polos para llegar a ser útil, la creación desde la abstracción y la puesta en práctica en la aplicación.

Palabras clave: ciencia, ciencias puras, ciencias aplicadas, tecnología, tecnociencia

Abstract

The distinction between pure science and applied science as two different and irreconcilable disciplines is not a product of our time; it arose in the 19th century and persists to this day, reinforced by the complexity of science and its various branches, such as technology and technoscience, along with major scientific discoveries and theories in different fields of knowledge. Exploring these concepts through the articles of James K. Feibleman, among others, highlights this distinction: knowing, for pure science; doing, for applied science. On the other hand, as Paul Lucier points out in his article "The Origins of Pure and Applied Science in Gilded Age America," there is a dividing line between the two positions, but the division itself is essentially an "invention," a creation of 19th-century scientists, an era in which new social actors and new professional practices began to emerge that needed, and wanted, to distinguish themselves. It was in the last third of that century that some scientists, such as Pasteur, joined forces with J. Tyndall, for whom there was only science and then the application of science. Following this line of reasoning, the present study aims to demonstrate, through related articles, that there is no such difference between the two concepts, but rather that it is a single science that requires both poles to be useful: creation from abstraction and practical application.

Keywords*:* science, pure sciences, applied sciences, technology, technoscience

Resumo

A distinção entre ciência pura e ciência aplicada como duas disciplinas diferentes e irreconciliáveis não é um fenômeno moderno; surgiu no século XIX e persiste até hoje, reforçada pela complexidade da ciência e seus diversos ramos, como a tecnologia e a tecnociência, juntamente com as principais descobertas e teorias científicas em diferentes campos do conhecimento. Explorar esses conceitos por meio dos artigos de James K. Feibleman, entre outros, torna a distinção clara: saber, para a ciência pura; fazer, para a ciência aplicada. Por outro lado, como Paul Lucier observa em seu artigo "As Origens da Ciência Pura e Aplicada na América da Era Dourada", existe uma linha divisória entre as duas posições, mas a própria divisão é essencialmente uma "invenção", uma criação dos cientistas do século XIX, uma época em que novos atores sociais e novas práticas profissionais começaram a surgir, precisando e desejando se diferenciar. Foi no último terço desse século que alguns cientistas, como Pasteur, uniram forças com J. Tyndall, para quem existia apenas a ciência e, depois, a aplicação da ciência. Seguindo essa linha de raciocínio, o presente estudo visa demonstrar, por meio de artigos relacionados, que não existe diferença entre os dois conceitos, mas sim que se trata de uma única ciência, que requer ambos os polos para se tornar útil: a criação a partir da abstração e a aplicação prática.

Palavras-chave: ciência, ciências puras, ciências aplicadas, tecnologia, tecnociência

1.- Introducción

Tener una idea exacta y comprensible del mundo que nos rodea, promover y efectuar estudios que avancen en su entendimiento e interpretación es de capital importancia para conocer con certeza dónde estamos y dirigir nuestros pasos hacia el camino deseado, siguiendo el rumbo preciso, y para ello es igual de importante tanto el conocimiento exacto —teórico, fundamentado— como el epistémico —metodológico, experimentado— a la vez que el descriptivo, pudiendo contar, al mismo tiempo, con una especificación real de los hechos, con el nombre que se les otorga de forma precisa —sin que dé lugar a errores de comprensión—: la idea, el concepto, la noción o la concepción del término, bien definida y correctamente utilizada para concretar y enmarcar esa abstracción sin provocar dudas en el entendimiento, en la conclusión o en la culminación del mismo. Por ello, fijar y precisar con bastante acierto qué es, más que el hecho de qué se entiende por ciencia pura y por ciencia aplicada, valdrá para tener esa acotación circunscrita a un elemento discernible y poder significar y distinguir entre ellas de manera correcta y concienzuda. Para ello se analizarán las causas de la distinción entre lo puro y lo aplicado, la repercusión de la investigación, observando la tecnología y la tecnociencia, como concepto más cercano en el tiempo y con carácter englobador, diferenciador, una vez más, para acercanos al caso concreto de las vacunas contra la Covid 19 y los descubrimientos sobre el ARN mensajero. Tras esto, se aúnan posiciones en la dualidad para concluir que la distinción entre ambos conceptos se diluye, como se podrá observar en este trabajo, motivo del mismo, haciendo que la posible dualidad no sea, nada más y nada menos, que unicidad.

2.- Metodología

Para la realización de este artículo he seguido el que elaboró J. K. Feibleman en 1961, titulado *Pure Science, Applied Science, Technology, Engineering: An Attempt at Definitions* y el de Paul Lucier, *The Origins of Pure and Applied Science in Gilded Age America,* publicado en 2012. Ambos me llamaron la atención sobre la distinción que hacían de la ciencia pura o básica y de la ciencia aplicada. Una vez contrastados, busqué más artículos que apoyaran a uno u otro autor, con la idea de formar un corpus que me llevara a alcanzar una opinión particular sobre esta

cuestión; una vez conseguida me propuse poner por escrito lo que había aprendido de los autores seleccionados a través de sus textos, en los que también hay ejemplos en uno u otro sentido. Para reforzar la idea busqué un artículo relacionado con la pandemia de *Covid-19* sufrida hace pocos años, encontrando a los ganadores del premio Nobel de 2023, Karikó y Weissman. Los artículos tratados tienen ejemplos de lo que se considera ciencia básica o pura y ciencia aplicada.

3.- Causas de la distinción

¿Qué ha causado la duplicidad de nombres entre ciencia pura y ciencia aplicada? ¿Es solo en los nombres donde se encuentra la distinción o también son dos conceptos diferentes, dos ramas opuestas, dos disciplinas distintas? Para la primera pregunta, sin duda, sigue pesando o condicionando la idea platónica de la separación entre el mundo sensible y el mundo inteligible, sobre el concepto de la Idea, por encima del mundo sensorial. La Idea sería la ciencia pura y al mundo sensorial pertenecería la ciencia aplicada; la puesta en marcha de esa Idea en el mundo físico, desde el pensamiento, partiendo de lo abstracto y dirigiéndose a lo concreto, a la realidad de esa aplicación, sería el camino desde la ciencia pura a la aplicación de esta, la ciencia aplicada. Este contraste entre dos mundos que según Platón (Kraut, 2022) nunca se alcanzarían, jamás llegaríamos a la Idea —pura—, sirvió de base al nuevo concepto de neoplatonismo, con Plotino (Kalligas, 2024) y como base para el cristianismo, con los llamados “padres de la Iglesia”: el cuerpo y el alma; la ciencia aplicada y la ciencia pura. Descartes (Hatfield, 2024) también incidió en esa distinción y la filosofía en sí ha estado siempre dividida entre el racionalismo, más puro, con la premisa de que con la razón podemos entender el mundo que nos rodea, y el empirismo, que indica lo contrario, la razón no es suficiente para ello y necesitamos la experiencia, la aplicación de los hechos. Esta dicotomía filosófica, tanto como la religiosa —que entiende el cuerpo como la cárcel del alma e insiste en esa distinción entre lo tangible y lo inmaterial—, que se debe tener más que presente debido al origen grecorromano del pensamiento occidental, aderezado con la visión judeocristiana del mundo que nos rodea, ha marcado el conocimiento europeo, u occidental, durante siglos, consiguiendo que veamos y sintamos el mundo dividido en dos partes opuestas y excluyentes —incluso a nosotros mismos, como personas, con una mente que quiere hacer cosas y un cuerpo que prefiere el descanso, por poner

un ejemplo cotidiano—. No se podría impedir, por tanto, que esta dualidad no acabara aplicándose a la ciencia, dando lugar a la división entre ciencia pura y ciencia aplicada.

Para la segunda pregunta no siempre va a ser fácil y posible la distinción entre ambas disciplinas y aún más en el mundo actual donde la ciencia ha alcanzado límites extremadamente complejos. Esto mismo es lo que va a servir para comprobar, a través de los artículos tratados para este trabajo, que tal dualidad no existe, que no hay dos ciencias enfrentadas u opuestas, sino dos caras de una misma y única moneda. Para ello también van a ser de utilidad dos términos: uno bastante reciente, como es el de tecnociencia, y otro con un amplio bagaje en la historia de la humanidad, que es el de tecnología —que a veces, en la actualidad, se confunde con el de ciencia aplicada—. Tomando una frase de Feibleman, la tecnología "ha sido durante mucho tiempo una ayuda y ha impulsado la ciencia experimental" (Feibleman, 1961, p.314) porque, sin duda alguna, "la realización de ciertos experimentos requiere todas las habilidades profesionales del fabricante de instrumentos" (Feibleman, 1961, p.314) y la tecnología sin instrumentos no es tal.

4.- Lo puro y lo aplicado

Lucier hace una clara distinción situando en un nivel elevado al científico puro, alejado de los motivos económicos de su trabajo, con dedicación y disciplina, opuesto al del científico aplicado, en un nivel inferior, que solo busca el rendimiento a través de patentar sus ideas, basadas en la ciencia pura, y ganar dinero con ello, porque al científico teórico no se le había ocurrido hacerlo. Así, "la frecuente combinación de lo «puro» y lo «aplicado» revelaba la inseparable relación entre la ciencia y el capitalismo en la Edad Dorada" (Lucier, 2012, Abstract, p.527), tomando un discurso de Rowland, a finales del siglo XIX, para enfatizar sobre la distinción entre ambas ciencias y que en esos años ya se hacía necesaria. Rowland deja clara su hipótesis, insiste en que "para que la ciencia tenga aplicaciones, la ciencia misma debe existir" (Lucier, 2012, p.527). Es decir, si no hay ciencia no hay posibilidad de aplicación; si se teoriza y se crea la ciencia es posible derivar de ella muchas aplicaciones. Valga un ejemplo para esto: la termodinámica sirve tanto para poner a funcionar una máquina de vapor en un telar a finales del siglo XVIII como para hacer funcionar una locomotora a principios del siglo XIX, que transportará vagones cargados de carbón para poder alimentar ambas máquinas. No sería más importante para el mundo la ciencia pura o la ciencia aplicada, sino la existencia de la propia ciencia. Más adelante,

sin embargo, el propio Lucier vuelve a Rowland para mostrar en palabras de este último que hay una disociación entre ambos conceptos, ciencia pura y ciencia aplicada, así como una asociación entre los términos de puro y aplicado. “En el primer caso, los dos no deben confundirse; en el segundo, están causalmente vinculados” (Lucier, 2012, p.528). Y añade que el significado más conocido para la ciencia pura es el de “ciencia por el bien de la ciencia” (Lucier, 2012, p.529).

En este artículo también se recoge una frase de J. Henry relacionada con el trabajo del científico, que se desarrolla en las "investigaciones abstractas [que] no se relacionan directamente con las necesidades de la vida" (Lucier, 2012, p.529). También en el siglo XIX y recogido en el artículo de Lucier, el astrónomo Benjamin Apthorp Gould “habló de «la clase de hombres que dedican su vida al estudio científico», e incluso les dio un nuevo nombre a estos abnegados buscadores de la verdad: científicos” (Lucier, 2012, p.529). Para Gould, entonces, el objetivo de los científicos está claro, solo se corresponde con la búsqueda o el hallazgo de la verdad y el único y posible motivo: “«es alcanzar nuevas verdades»”. Rowland, dice Lucier, da una perspectiva diferente, no solo desde la pasión, la misma que llevaría al poeta a llenar hojas en blanco con sus versos, o la veneración y afición especiales, y que consiguió definir cuando “retocó un viejo tema al instar a los científicos a «estudiar la naturaleza desde el puro amor»” (Lucier, 2012, p.529).

La ciencia pura siempre estaba por encima de lo terrenal, sin entrar nunca en la carrera por las patentes, las ganancias como producto dinerario del trabajo —aún sabiendo, como sabemos, que el científico necesita vivir y que la propia investigación se sufraga con recursos económicos—, para llegar a verlo como una competición con resultados pecuniarios. Era, otra vez, la división entre la ciencia pura, como sinónimo de incorruptible, de la verdad antes que la ganancia, “no manchada por el lucro vil” (Lucier, 2012, p.531), frente a lo opuesto, en esa Era, citada más arriba, del capitalismo feroz de finales del siglo XIX, en la que todo tiene un precio, la “Era del Oropel” (Lucier, 2012, p.531), la razón instrumental, que ha llevado de la mano hasta el día de hoy al propio sistema capitalista. Es decir, la convicción de conseguir que la moral pudiera distinguir a la ciencia pura con esta frase: “«Puro» podría concebirse como la distancia entre la investigación y el resultado” (Lucier, 2012, p.532).

Para todo ello hacía falta la institucionalización, tenía que crearse un espacio para tal fin, y ese no podía ser otro que la universidad. Lucier recoge en su artículo la sentencia relativa a la misma finalidad, “bien dotada, como John Hopkins” (Lucier, 2012, p.532), la Universidad John

Hopkins de Maryland, EE.UU. Lejos quedaría la imagen del científico trabajando aislado en su laboratorio, de espaldas del mundo. Este nuevo centro se encargaría de desarrollar las teorías científicas.

Es ahí cuando se establecen o renuevan las universidades "por orden de los sistemas políticos que promovían las ciencias aplicadas, sobre todo porque proporcionaban a la ingeniería una base epistemológica independiente que se suponía que generaría avances sociales y económicos" (Yaghmaie, 2017, p.135), a finales del siglo XIX, y que serán muy importantes para el despliegue de la ciencia en los últimos años de ese siglo y, sobre todo, a principios del siglo XX.

Siguiendo el artículo de Lucier, que aún tiene mucho que aportar respecto al tema tratado, nos encontramos con una cita de Thurston, decano en la universidad de Cornell, Nueva York, que define ciencia aplicada como "la unión de la ciencia y el arte, que es la característica distintiva de la época en que vivimos" (Lucier, 2012, p.534), guardando una estrecha relación con la industria, donde tiene una clara y amplia vía para su aplicación. "«De hecho», concluyó Thurston, «estamos en el umbral mismo de la verdadera era de la ciencia aplicada»" (Lucier, 2012, p.535). No hay duda de la aplicación exponencial que tuvo la ciencia algunos años después, de forma general, y a lo largo de la primera mitad del siglo XX, en particular, debido a la ingente investigación provocada por la carrera armamentística, a causa de las dos guerras mundiales, y la carrera espacial, en los años de la Guerra Fría, tanto en la industria armamentística como en la aeroespacial, sin olvidar que también tuvo su repercusión, finalizadas las contiendas, en la propia sociedad civil.

Pero todos estos avances, tanto en uno u otro campo o sector, no se habría producido, como indica Lucier, en palabras de Gould, sin el factor clave del "científico en su armario" (Lucier, 2012, p.532), por el afán de comprender el mundo en el que vivimos y recogerlo en forma de leyes que nos indican qué ocurre y por qué, y lo contrario a esto: lo que jamás puede suceder según postulan esas mismas leyes, que son las que nos explican y nos llevan a entender la naturaleza, no al revés. La física no funciona según unas leyes, sino que son estas las que explican cómo funciona aquella. Esos avances, sin duda alguna, se traducen en un mayor bienestar para la sociedad, hecho que ha venido de la mano del inventor, según Gould. De este modo, para el astrónomo citado por Lucier, "la "tecnología" resultaba de la "aplicación más directa [de] la investigación física" (Lucier, 2012, p.532). Por otro lado, añadía que la química

era “un importante auxiliar de la manufactura y la metalurgia” (Lucier, 2012, p.532). En el punto número seis se trata con más detalle el concepto de tecnología.

5.- La cuestión de la investigación

Feibleman, en los años sesenta del siglo pasado, tras asistir al desarrollo exponencial de la ciencia en general, distinguía la “investigación básica” o ciencia pura, como un “método de investigación de la naturaleza mediante el método experimental” (Feibleman, 1961, p.305), con la finalidad de saber, conocer y comprender el mundo que habitamos. Pone como ejemplo la taxonomía biológica y, a continuación, que ese concepto de taxonomía, utilizado como “ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación”, nos sirve para que gestionemos una biblioteca con efectividad, catalogando los libros en diferentes áreas del saber. Para “ciencia aplicada” el autor “entiende el uso de la ciencia pura para algún propósito humano práctico” (Feibleman, 1961, p.305). Por tanto, “la ciencia sirve a dos propósitos humanos: conocer y hacer” (*Ibid.*). El primero es una cuestión de comprensión; el segundo, de acción; comprensión y explicación y ambas ciencias, tanto la pura como la aplicada, tienen objetivos y resultados, se mueven y se desarrollan para alcanzarlos y es en ellos donde más incide la distinción de este autor. Para la ciencia pura destaca como objetivo “la comprensión de la naturaleza” (*Ibid.*), logrando una explicación de los hechos observados y en cuanto a los resultados conseguidos, “el suministro de leyes para su aplicación en la ciencia aplicada” (*Ibid.*). Respecto a esta última, la ciencia aplicada, su objetivo es el de “controlar la naturaleza”, utilizando los hallazgos de la ciencia pura, con el propósito indiscutible de poner en la práctica, para su utilización, “los descubrimientos realizados en la ciencia pura” (Feibleman, 1961, pp.305-306).

En cuanto a esto último, Feibleman dice que hay hallazgos teóricos que aún no han encontrado una aplicación en el campo práctico, tanto en el estudio de nuevos materiales como de otros posibles descubrimientos, para la vida cotidiana o industrial; pero es cierto que, sin ese trabajo teórico previo de la ciencia pura, de la perspectiva teórica, muchas de esas aplicaciones prácticas no se hubiesen producido (Feibleman, 1961, pp.307-308). Hacen falta, según el autor, “tres tipos de actividades distintas” y, por fuerza, “tres tipos de interés que las acompañen” (Feibleman, 1961, p.308). Como ya se ha indicado, la primera actividad y del todo necesaria, el

primer interés, el primer tipo, entonces, es el de ciencia pura, que forma la base teórica que constituye el armazón, ocupándose de descubrir, desentrañando las "leyes naturales y la descripción de la naturaleza" (Feibleman, 1961, p.305). El deseo de estos científicos es el de saber "y esto requiere una indagación objetiva" (*Ibid.*). En palabras de Einstein, que Feibleman recoge en su artículo, es: "«la santa curiosidad de la indagación»", cercana y comparable a una "elevada seriedad", solo reconocida "en la religión y el arte" (Feibleman, 1961, pp.308-309). El segundo tipo corresponde a la ciencia aplicada, donde se encuentran las aplicaciones de las "ciencias puras experimentales", mejorando, tan solo, "los medios y los fines humanos" (*Ibid.*). Por último, "el tercer tipo es el nivel intermedio o de *modus operandi*, que está representado por el científico interesado en la solución de los problemas que presenta la tarea de pasar de la teoría a la práctica" (Feibleman, 1961, pp.308-309), de forma imaginativa. El ejemplo del descubrimiento de las ondas hertzianas que lleva a la aparición de la radio junto a la comprobación de la "existencia de ondas electromagnéticas, el modelo de Maxwell, de un campo electromagnético, con una constante que representa la velocidad de la luz en dos de las cuatro ecuaciones" (Feibleman, 1961, p.309). Llegando a esta distinción entre las actividades o tipos necesarios para la investigación científica, Feibleman añade que "en la búsqueda de fines prácticos, a menudo se descubren principios abstractos de la ciencia hasta entonces insospechados" (Feibleman, 1961, p.314).

Tomando un ejemplo del citado artículo respecto a la labor del bioquímico teórico puro "que trabaja la mayor parte con compuestos de carbono"; el científico aplicado o bioquímico "cuando explora los efectos fisiológicos de algún nuevo fármaco" y, por último, el médico que actúa como "un tecnólogo cuando lo prescribe a algunos de sus pacientes" (Feibleman, 1961, p.310). Con esta distinción queda explicada y bastante clara, a mi parecer, la labor de cada uno de los científicos. Otros ejemplos del propio autor pueden ayudar aún más para esta comprensión, como cuando cita el hecho de que los procedimientos tecnológicos no estuvieron detrás de la penicilina, o la gasolina, si queremos ser más prosaicos, sino que "dependió del trabajo realizado inicialmente por científicos puros" (Feibleman, 1961, p.313) y que las propias industrias metalúrgicas y siderúrgicas para la fabricación de materiales como el acero o el aluminio —o como lo ya indicado en el petróleo, respecto a la petroquímica—; las industrias químicas y las biológicas en el campo farmacéutico y en la medicina, o la relación de ambas con la ganadería (*Ibid.*).

Feibleman aporta una importante lista de instrumentos de precisión con aplicación en el campo de la medicina "que incorporan principios inaccesibles para el tecnólogo que trabaja sin la ayuda de un conocimiento de la ciencia pura", tales como "el polarímetro, para determinar la cantidad de azúcar en la orina (utilizado por la profesión médica)" (Feibleman, 1961, p.313), junto a otra gran variedad de instrumentos. El propio diseño de los termocicladores para la detección de la reacción en cadena de la polimerasa o *PCR*, tan conocidos, por desgracia, debido a la reciente pandemia de la *COVID-19* es otra prueba más actualizada de la aplicación ya descrita.

6.- Otros aspectos para la distinción

El origen de la diferenciación entre ambas ramas de la ciencia se sitúa en la definición de Coleridge, a principios del siglo XIX, y que recoge Yaghmaie en su ensayo, siguiendo "la distinción de Kant entre cognición pura [...] y cognición racional aplicada" (Yaghmaie, 2017, p.134) o, como indica el autor, la ciencia pura es la encargada de "alcanzar objetivos cognitivos" a través de las "representaciones científicas" y la ciencia aplicada, las "representaciones de diseño para alcanzar fines pragmáticos" (*Ibid.*). Es en esa época, siguiendo el ensayo del citado autor, a finales del siglo XIX cuando, tanto Pasteur en Francia, como Rowland en los Estados Unidos, comparten la postura de J. Tyndall quien, en algunas conferencias impartidas en el país norteamericano entre 1872 y 1873, dice que: "«No existe ninguna categoría de ciencias a la que se le pueda dar con razón el nombre de ciencia aplicada. Tenemos la ciencia y la aplicación de la ciencia»" (Yaghmaie, 2017, p.135).

Hay dos modelos que pueden explicar, según el artículo de Yaghmaie, la igualdad o la distinción entre ambos conceptos: "el modelo lineal (o la visión idealista) es la más antigua en la que se diferenciaron debido a sus objetivos" (Yaghmaie, 2017, p.137). Entre otros, Feibleman, del que ya se ha hablado más arriba, y cuyo argumento es que "mientras que el objetivo del científico puro es adquirir conocimiento independientemente de su aplicabilidad, el científico aplicado, para resolver problemas prácticos, aplica el conocimiento teórico producido anteriormente por los científicos puros" (Yaghmaie, 2017, p.137); es decir, que el conocimiento que se logra en estas dos ramas de la ciencia, según las palabras de Ropohl recogidas en el citado ensayo, "el conocimiento científico y el conocimiento tecnológico" van a distinguirse o a diferir

en “sus objetivos, objetos, metodología, características de los resultados y criterios de calidad” (*Ibid.*) y —según Niiniluoto, citado también por Yaghmaie— que las “ciencias aplicadas "producen nuevo conocimiento que pretende ser útil para el propósito específico de aumentar la efectividad de alguna actividad humana"; en cambio, el papel de las ciencias puras “que apuntan al conocimiento” (Yaghmaie, 2017, p.137) y, por ello mismo, “intentan maximizar las utilidades epistémicas de la verdad y la información” (*Ibid.*).

Por tanto, “lo esencial para un científico puro es producir representaciones científicas” (Yaghmaie, 2017, p.139), lo que se corresponde con la idea primordial que podemos tener del mismo, desarrollando teorías, ecuaciones, tanto si crea “una simulación” o si llega a producir “otras formas de representación científica para alcanzar sus objetivos cognitivos” (*Ibid.*) y para la ciencia aplicada quedaría la resolución de los cuestiones prácticas; así, el caso más recurrente es el de los ingenieros, que “al producir artefactos, empoderan a las personas para alcanzar sus metas, mientras que lograrlas sin esas producciones es imposible o conlleva una menor eficiencia” y que van unidos siempre a un “proceso de diseño” (Yaghmaie, 2017, p.140). La relación es, entonces, entre objetivos cognitivos y fines pragmáticos, respectivamente para cada una.

En la conclusión del artículo, Yaghmaie dice que: “la función de la ciencia pura es producir representaciones científicas para lograr objetivos cognitivos, pero la función de la ciencia aplicada es crear representaciones de diseño para alcanzar fines pragmáticos” (Yaghmaie, 2017, p.145). A mi modo de ver y de entender, se trata, una vez más, de las dos partes de un todo.

En un artículo titulado *Pure science and applied science*, Robert J. Aumann, premio Nobel de Ciencias Económicas en 2005, relata con perplejidad cómo su nieto, estudiante de medicina en 2004, le pregunta sobre la teoría de nudos y los números de enlace, que fue el motivo de su tesis doctoral cincuenta años antes y que en palabras del propio Aumann, eligió ese estudio de forma deliberada “porque era absolutamente inútil”. Cinco décadas después se había visto una relación cuando “el ADN de una célula se anuda y, dependiendo de las características del nudo, puede provocar cáncer u otros problemas” (Aumann, 2011, p.2), lo que sirve para “entender qué puede causar esos problemas (así que) tenemos que entender la teoría de nudos” (*Ibid.*). El autor concluye el artículo que pueden servir para reforzar la idea de este trabajo respecto a la distinción entre la ciencia pura y la ciencia aplicada. Aumann termina diciendo que

“no existe ciencia exclusivamente “pura” o “aplicada”, solo buena ciencia. Lo importante es seguir el camino que te guía la curiosidad y apegarse a los principios que rigen el trabajo científico” (Aumann, 2011, p.3). No se debe añadir nada más, entonces, sobre este tema.

Siguiendo a los autores se ha comprobado la forma en la que trabaja cada una de estas especialidades, sus campos de actuación, los prodigiosos avances realizados, tanto en el último tercio del siglo pasado, como los que se han producido en el primer cuarto del actual. Baste recordar la llegada del hombre a la Luna, los robots en Marte, el telescopio Hubble y el James Webb o los avances en el tratamiento de enfermedades o los intentos en dominar la fusión nuclear como fuente de energía, frente a la fisión de las centrales nucleares, que ha ocasionado alguna catástrofe para la salud de las personas y del resto de seres vivos del planeta, como Chernóbil o Fukushima.

Detrás de todos estos éxitos, y algunos fracasos, se encuentra la labor del científico teórico, de la ciencia pura, como primer paso. Más tarde llega la aplicación de esa teoría. Como ya se ha indicado, es cierto que a veces, una teoría científica acaba sirviendo para una aplicación diferente de la que propició la investigación, pero eso es producto de la aplicabilidad, de la parte técnica, de la tecnología en sí, sin poder olvidar que ya estaba hecho ese trabajo abstracto inicial que ha propiciado la elaboración de esta nueva aplicación.

Con todo lo hasta aquí expuestos cabría preguntarse en qué lugar queda la matemática, ¿es ciencia pura o aplicada? Baste un breve ejemplo: la constante medición de tierras en el Antiguo Egipto tras las inundaciones del Nilo llevó a la creación de un método sencillo, el que hoy conocemos como Teorema de Pitágoras, como camino inverso al usual: de la aplicación práctica primera, a la abstracción final o geométrica, ya fuera del propio Egipto y en tierras de la Grecia clásica. La matemática es un lenguaje y permite que la teoría llegue a ser técnica, unificando ambos términos.

De forma más directa puede verse la unicidad de la ciencia en la tecnociencia, donde ambas especialidades, la ciencia pura y teórica junto a la ciencia aplicada y práctica, trabajan. Hoy día, con el impresionante avance de la ciencia, con teorías y prácticas tan abstractas y elevadas, de una gran complejidad, comparada, sobre todo, con la ciencia del siglo XIX, no se puede entender una parte y otra de la propia ciencia por separado, con esa vaga distinción.

Llegados a este punto, se deben tratar otros dos términos y ver cómo están relacionados con la ciencia, tanto la pura como la aplicada. Estos son los conceptos de tecnología y tecnociencia.

7.- Tecnología

Para tratar el concepto de tecnología se sigue la línea de los artículos ya comentados, pues en ellos aparece suficiente información. Así, volviendo a Feibleman, en su ensayo aparece que "la tecnología ha sido durante mucho tiempo una ayuda y ha impulsado la ciencia experimental" (Feibleman, 1961, p.314) y como tal, "la ciencia y la tecnología aplicadas no pueden ser independientes de la ciencia pura, ni la ciencia pura puede ser independiente de la ciencia y la tecnología aplicadas. Ambos desarrollos trabajan juntos y están entretejidos" (Feibleman, 1961, p.315) o entrelazados, aunque el término es suficientemente claro para comprender la relación. A mi modo de ver, estar entrelazado no significa que actúen de forma distinta, sino que, enlazados, actúan en un mismo sentido; no podría ser en sentidos opuestos porque se contrarrestaría el uno al otro —-eso es lo que, según pienso— se desprende de esta observación de Feibleman. De esta forma, "el científico aplicado, como tal, se ocupa de la tarea de descubrir aplicaciones para la teoría pura" (Feibleman, 1961, p.310) y, como nos indica más adelante el artículo, a través del empleo de la experimentación, donde coincide con el tecnólogo, cuya actuación o "problema", según Feibleman, "se encuentra un poco más cerca de la práctica" (*Ibid.*). El científico aplicado "guiado por hipótesis deducidas de la teoría" (*Ibid.*) y en el caso del tecnólogo, a través del empleo, tantas veces realizado en la historia de la humanidad, del "ensayo y error o enfoques hábiles derivados de la experiencia concreta" (*Ibid.*), forma en la que se han construido, entre otras cosas, las grandes catedrales góticas en la Edad Media, si sirve el ejemplo a pesar de la distancia temporal. Así, un médico es un tecnólogo; Pasteur fue un científico y la pasteurización es ciencia aplicada.

De una forma más precisa y en palabras de M. A. Quintanilla, la tecnología podría describirse como el conjunto de "las técnicas industriales vinculadas al conocimiento científico", utilizando los "conocimientos sistematizados", relacionados entre sí, ordenadamente; es decir, dando lugar o resultando un cúmulo de "técnicas industriales de base científica" (Quintanilla, 2017, p.46). Respecto a la relación de la tecnología con la ciencia, M. A. Quintanilla nos dice

que “como ocurre en las relaciones entre productores y consumidores, la tecnología es el principal demandante de conocimiento científico”; tras esa demanda incipiente hay un condicionamiento en la propia “oferta científica” (Quintanilla, 2017, p.30). En esta relación, señala el profesor Quintanilla dos aspectos: “1) el desarrollo de las tecnologías actuales depende enteramente del desarrollo del conocimiento científico; 2) el avance del conocimiento científico está profundamente condicionado por el desarrollo tecnológico” (Quintanilla, 2017, p.30).

Es posible adentrarse aún más en estas definiciones. Volviendo a Feibleman, encontramos que “la tecnología es más propensa a desarrollar leyes empíricas que teóricas” (Feibleman, 1961, p.311), es el aspecto práctico ya expuesto más arriba de la misma y que no dejan de mostrar “leyes que son generalizaciones de la práctica, más que leyes intuidas y luego aplicadas a la práctica” (*Ibid.*). No puede hablarse de una gradación o jerarquía entre la tecnología, la ciencia aplicada y la ciencia pura. Cada una tiene su parte de ese todo que es el conocimiento; así, “los tecnólogos están más ligados a los materiales que los científicos aplicados, al igual que estos, a su vez, están más ligados a los materiales que los científicos puros” (*Ibid.*). El autor del artículo nos da más ejemplos para que nos resulte más inteligible y queden resueltas todas las posibles dudas: “el científico aplicado encontró maneras de localizar petróleo en el subsuelo, mientras que el tecnólogo petrolero hizo los descubrimientos reales” (*Ibid.*). Y, tras esto, una sentencia definitiva: “otro tipo de tecnólogo es el ingeniero” (*Ibid.*). El concepto de ingeniero lo tenemos todos en mente y nos resulta más sencilla esta distinción, porque lo relacionamos con eficiencia y con operatividad; nos resulta cotidiano. ¿Quién no conoce a un ingeniero y a quién no le ha contado lo que hace en su trabajo? Pero sin dejar de lado a los autores de los artículos y retornando al libro de M. A. Quintanilla, en él se dice que: “el tecnólogo que desea mejorar la eficiencia de un dispositivo tiene dos formas de hacerlo: intentar controlar más variables y más procesos relevantes, e intentar un control más estricto de tales procesos” (Quintanilla, 2017, p.121). Lo que se ajusta a lo ya indicado sobre el ingeniero; es decir, que “el resultado en ambos casos es la extensión de la técnica, el aumento de la complejidad del diseño y la intensificación de la intervención intencional”, una intervención práctica (Quintanilla, 2017, p.121). En todo caso, retomando a Feibleman, se puede concretar en que “el ideal de la tecnología es la eficiencia” (Feibleman, 1961, p.311), y así queda dicho.

Con todo lo indicado sobre la tecnología pienso que ha sido posible y adecuada la relación entre este término y los citados más arriba, como son el de ciencia pura y el de ciencia

aplicada, a la vez que se ha establecido el lugar que ocupa en la propia ciencia de forma general, por lo que se debe indagar en el siguiente concepto, denominado tecnociencia.

8.- Tecnociencia

El término "tecnociencia" fue creado por Bruno Latour en 1983, con la idea de acortar los términos de "ciencia y tecnología", según nos cuenta J. Echeverría en la conferencia "La revolución tecnocientífica", en el año 2004 y publicada en 2005. En la actualidad, "todo es tecnociencia" (Echeverría, 2005, p.11), nos dice este autor. Definida la expresión en la conferencia citada, el autor de la misma nos procura una definición más amplia, como una "modalidad de actividad científica y tecnológica que es necesario analizar" (*Ibid.*), pero sin desatender el "hecho de que sigue habiendo ciencia y sigue habiendo tecnología" (*Ibid.*), pero se ha producido un cambio, una alteración, "una hibridación entre ciencia y tecnología y ha surgido una nueva rama evolutiva: la tecnociencia" (*Ibid.*), resultando de esta transformación que la tecnología se vincule a la sociedad industrial, como se indicó más arriba y por tecnociencia, las "técnicas o tecnologías relacionadas a la sociedad de la información" (*Ibid.*), pudiendo caracterizarla como "una metodología de rasgos distintivos, de diferencias entre ciencia y tecnología, por un lado, y entre tecnología y tecnociencia, por otro" (*Ibid.*). Es decir, la tecnociencia no lo engloba todo, no es el todo al que se refiere Echeverría más arriba como un sumun, sino que se crea, se plantea para unificar, subrayando la distinción entre los tres conceptos, como evolución entre los dos principales, los de ciencia y tecnología.

Con este apartado se puede ampliar aún más, si cabe, lo dicho en los puntos ya tratados sobre los diferentes conceptos en este trabajo. Así, en la conferencia indicada, Echeverría dice que "la racionalidad científica se ha sustentado siempre en función de los objetivos, y la racionalidad tecnológica en la eficiencia, la competencia, la utilidad" (Echeverría, 2005, p.11) y añade que, respecto a la tecnociencia, "el propio conocimiento científico pasa a ser un instrumento, un medio para el logro de otros objetivos; por ejemplo, objetivos militares, empresariales, económicos, políticos o sociales" (*Ibid.*) y la necesidad que tiene la propia tecnociencia para aunar o asociar equipos multidisciplinares que trabajen con avanzados programas informáticos, junto a la imposibilidad del trabajo de una sola persona debido a la alta complejidad y laboriosidad actual en la investigación, a la vez que se requieren grandes

inversiones de capital humano y económico. Es imposible el trabajo paciente y reposado del científico e inventor del siglo XIX, aislado en su laboratorio. Algunos ejemplos más cercanos en el tiempo relacionados con la tecnociencia son el telescopio James Webb o la creación de la *World Wide Web*, por el CERN —*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* o Consejo Europeo para la Investigación Nuclear, en español—, que tanta utilidad tiene en nuestra vida actual, pasando del mundo científico al social.

Ahora surge otro nuevo concepto ligado al anterior, el de macrociencia, megaciencia o *Big science*, cuya distinción la proporciona Echeverría cuando dice que "la diferencia entre tecnociencia y macrociencia estriba en que en la primera participan pequeñas empresas altamente innovadoras capaces de generar avances tecnocientíficos relevantes, y la segunda, se refiere a la *Big science*", (Echeverría, 2005, p.12) como es el caso del CERN ya citado. Según las palabras recogidas en la disertación de este autor, siguiendo esta misma temática, las "grandes factorías de producción del conocimiento científico y, por lo tanto, el modo de generar conocimiento y de investigar cambia radicalmente" (Echeverría, 2005, p.13) en la actualidad. Pero deben, además, confluir, para que se pueda hablar de megaciencia, para que se genere esa conversión, "cinco grandes culturas: científica, ingenieril, empresarial, política y militar" (Echeverría, 2005, p.13), para que se llegue a producir "un cambio a nivel micro que es propio de la megaciencia" (*Ibid.*), para que pueda generarlo. Como ya se ha dicho, por tanto, no es trabajo de una sola persona, es una labor interdisciplinar, con bastantes actores implicados en la investigación.

El avance en la ciencia se encuentra en este momento del lado de la tecnociencia; "es el motor actual del desarrollo y del avance -del avance en lo bueno y en lo malo-" (Echeverría, 2005, p.15), pero ya no se encuentran las empresas tradicionales del "diseño industrial" (*Ibid.*), como podrían ser la fabril —automovilísticas o industriales en sí— sino que el "motor" se encuentra en el lado de las "tecnologías de la información y la comunicación, que ahora son las más ricas del mundo, como Microsoft" (*Ibid.*). Aunque la conferencia de Echeverría tiene unos años de antigüedad, está claro que las empresas tecnológicas han supuesto un gran avance en el mundo y han reportado grandes beneficios a sus propietarios, situándose entre las más productivas en términos económicos en la actualidad. La industria automovilística, con la creación del vehículo eléctrico, y las corporaciones de comercio electrónico y de servicios, ocupan los siguientes lugares en la clasificación (según aparece en Wikipedia, lo que no es relevante para este trabajo).

9.- Un caso concreto: ARNm y las vacunas contra la *COVID-19*

Los descubrimientos sobre el ARN han llevado a Katalin Karikó (de origen húngaro) y Drew Weissman (estadounidense de origen italiano), ambos investigadores de la Universidad de Pennsylvania (EE.UU.) a recibir el premio Nobel de medicina en 2023. Esta investigación ha servido para la creación de las vacunas de ARNm, Ácido RiboNucleico mensajero, contra el *SARS-CoV-2,* el virus que produce la *COVID-19,* que es la enfermedad infecciosa producida por dicho virus. Los dos investigadores llevaban varias décadas investigando sobre las propiedades de esta molécula que contiene información genética y que se encuentra en todas las células de los seres vivos —y superando bastantes problemas de financiación o la imposibilidad de publicar sus descubrimientos—. Weissman es inmunólogo y trabajaba en la posibilidad de poder crear una vacuna contra el *VIH* —que provoca el sida en humanos— y Karikó en el desarrollo de terapias basadas en el ARN, trabajo que continuó tras emigrar a los EE.UU. (Ruiz, 2023).

La interacción del ARN con nuestro sistema inmunitario es lo que facilitó "el desarrollo del ARNm como vacuna y como molécula terapéutica" (Ruiz, 2023). La innovación se encuentra en que no hay que introducir organismos vivos, atenuados, o ADN —lo que resulta muy costoso—, como ocurre con las vacunas clásicas, sino que pequeños fragmentos de las proteínas víricas o bacterianas, sirven como antígenos, logrando que el sistema inmunitario de nuestro organismo cree los antígenos y los anticuerpos necesarios para su defensa o inmunidad. Estos avances se deben a los progresos en biología molecular, como ocurre con las vacunas contra el virus de la hepatitis B o contra el del papiloma humano (Ruiz, 2023).

El ARN se degrada con facilidad y genera respuesta inmunológica al entrar en las células, por lo que había que modificar las cuatro unidades básicas que lo forman, ribonucleótidos, o alguna de ellas, al menos. En su investigación descubrieron que modificando la Uridina por Pseudouridina, el ARN sintético creado era estable y no producía inflamación en la célula. En 2005 lograron publicar este trabajo, tras haber sido rechazado por otras revistas científicas, en *Immunity* (Karikó, 2005). Años más tarde trabajaron en la creación de una vacuna contra el virus del Zika. Cuando llegó el *SARS-CoV-2,* estos estudios se encontraban muy avanzados, por lo que se pudo producir una vacuna con bastante rapidez (Ruiz, 2023).

Lo hasta aquí expuesto muestra de forma muy somera el trabajo intelectual que hay tras un nuevo descubrimiento o hallazgo científico, enfrentándose la mayoría de las veces al rechazo

de los propios colegas y de los medios de comunicación científicos para lograr la publicación de los resultados. Sin todo ese trabajo ingente, perteneciente a la ciencia pura o básica, contrastando resultados e intentando desvelar el comportamiento de las células tratadas, siguiendo un hilo conductor teórico, más a través de la abstracción que de la deducción, apoyado en los experimentos *in vitro* y logrado mucho antes de la aparición del *SARS-CoV-2,* las vacunas no se podrían haber desarrollado con la celeridad que lo han hecho. Una vez conseguida esta base científica, hay que extrapolar los resultados, a través de la ciencia aplicada, de la tecnología, poniéndolos en práctica, lo que ha podido conseguirse gracias a los avances tecnológicos que nos acompañan en la actualidad; sin ellos hubiese resultado imposible haberlo realizado hace algunas décadas, por ejemplo. Tecnociencia, por tanto, como ya se ha indicado más arriba. El camino parte del laboratorio que investiga sobre el ARN para lograr un avance y continúa, pasando por la empresa farmacéutica que logra la vacuna, hasta la jeringa que la inyecta en las personas, para lograr su inmunidad; es un círculo en constante movimiento, retroalimentándose.

Un defensor de la dualidad podría decir que ahí se ve con claridad cómo la ciencia básica trabajó en un sentido y la ciencia aplicada creó una vacuna a partir de ese descubrimiento. Un defensor de la unicidad diría que para Karikó lo relevante era la terapia génica, que la llevó a entender la importancia del ARN para que no se produjera inflamación en las células y junto a Weissman comenzaron a trabajar para crear la vacuna contra el Zika. De ahí al paso definitivo contra el *SARS-CoV-2* solo hay un paso; es el círculo que he mencionado antes. La unicidad.

10.- Aunando posiciones

Los campos o ramas que se han visto y tratado a través de los artículos seleccionados para lograr una comprensión más exacta y precisa son los de ciencia pura, ciencia aplicada, tecnología y tecnociencia. Yaghmaie recoge las palabras de Latour quien asevera que la ciencia pura, “tal vez”, existió alguna vez, pero no en la actualidad. “Las fuerzas sociales han construido una nueva composición llamada "tecnociencia": aquello que manipula la naturaleza para implementar decisiones sociales” (Yaghmaie, 2017, p.136). Pero hay algo más importante, a mi modo de ver, en la negación de Latour: “el realismo metafísico, según el cual el mundo descubierto por los científicos es independiente de su mente y lenguaje” (*Ibid.*), por un lado y por otro, el hecho de que “la naturaleza representacional de la ciencia (pura), según la cual los modelos y teorías

científicos se basan en el mundo descrito anteriormente" (*Ibid.*). Para el autor del artículo "rechazar estos dos componentes allana el camino para considerar lo "puro" (o "básico") y lo "aplicado" como representaciones de construcciones sociales, no como representaciones de los tipos de ciencia identificados a través de sus características cognitivo-funcionales" (*Ibid.*). Esa representación social es solo una "norma", un constructo, no marca en sí una diferenciación sistemática de estas dos ramas de la ciencia; es "el papel de la ciencia en la sociedad", en palabras de Pielke, que también recoge este autor (*Ibid.*).

Sin duda alguna, el debate sobre la posibilidad de una distinción acorde y concreta continúa abierto, con argumentos en uno u otro sentido; tal vez, sin llegar a un final satisfactorio para ambas posturas. Sería interesante volver a retomar esta cuestión dentro de algún tiempo para comprobar en qué estado se encuentra tanto el propio debate como la ciencia en sí, lo que aportará una nueva visión para entender el problema y ver si se alcanza una resolución definitiva. Bajo mi punto de vista sí hay una solución posible y es la que se ha tratado en este trabajo.

Volviendo a Feibleman, "la concepción de la ciencia como exclusivamente pura o completamente aplicada es errónea; la situación ya no es tan absoluta" (Feibleman, 1961, p.309), entendida esta como los dos polos de un imán, que forman el propio imán pero que no son lo mismo y que nunca podrán encontrarse, aclaración que debe tomarse en cuenta para no malinterpretar la postura de este autor. Por otro lado, para Lucier, a través de su artículo, es la conjetura de una sola ciencia, de un todo, lo que nos lleva a lo que se ha defendido en este trabajo, que solo hay una sola ciencia.

Conclusión

Tras la lectura detallada de los citados artículos, observando las opiniones y definiciones que en ellos se encuentran junto a los diferentes puntos de vista, recalcando la distinción entre el conocimiento exacto y el epistémico, sin despreciar la labor de cada una de las ramas en que la ciencia trabaja para llegar desde el pensamiento abstracto y teórico a la aplicación de las ideas para el beneficio de la sociedad o para conseguir el fin esperado, dejando fijado y precisado con bastante acierto, a raíz de los artículos, qué se entiende por ciencia pura y por ciencia aplicada y comprobando, además, que tal distinción se diluye, como ya se indicaba en la introducción, es

posible observar que la supuesta dualidad no deja de ser, sino, unicidad. Que sin el trabajo abstracto y teórico no habría aplicación práctica ni tecnología que pudiera realizar la propia ejecución de las ideas y que la tecnología facilita esa aplicación y de forma aún más precisa la tecnociencia. Que es un largo recorrido que parte de la búsqueda del conocimiento y que se hace realidad, de forma tangible, con la propia aplicación o aplicación práctica de la ciencia. Por tanto, llegado a este punto, y a la luz de los artículos tratados, solo cabe inclinarse por la idea de que solo hay una ciencia que trabaja y produce conocimiento en varias ramas, campos o especialidades, componiendo un todo, que es la idea principal que me sugirió la lectura de los artículos de Feibleman y Lucier, cada uno defendiendo su tesis, pero que a mí, particularmente, me parece que la ciencia es un todo; una sola unidad, si se me permite la expresión, y me inclino por ella.

No ha sido motivo de este estudio la posible aplicación de esa distinción en las ciencias sociales ni tampoco pretendo tener la última palabra en esta dualidad; tan solo mostrar, a través de un recorrido por varios artículos, que la distinción, en mi modesta opinión, no existe.

Referencias

Aumann, RJ. (2011) Pure and applied science. *RMMJ (Rambam Maimonides Medical Journal)* Enero de 2011; Vol.2 (1): e0017. https://www.rmmj.org.il/issues/3 Doi: 10.5041/RMMJ.10017

Echeverría, J. (2005) La revolución tecnocientífica. *Confines. Revista de relaciones internacionales y ciencia política.* Nº 2 (1) agosto-diciembre de 2005. Conferencia realizada en Monterrey, México, 31 de marzo de 2004 (pp 9 - 15) https://www.scielo.org.mx/pdf/confines/v1n2/v1n2a1.pdf

Feibleman, J. K. (1961) Pure Science, Applied Science, Technology, Engineering: An Attempt at Definitions. *Technology and Culture.* Vol. 2, No. 4 (Autumn, 1961), pp. 305-317 (13 pages) Published By: The Johns Hopkins University Press https://doi.org/10.2307/3100886

Hatfield, Gary, "René Descartes", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2024 Edition), Edward N. Zalta & Uri Nodelman (eds.). (Consultado el 07/04/2025) URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2024/entries/descartes/>.

Kalligas, Paul, "Plotinus", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2024 Edition), Edward N. Zalta & Uri Nodelman (eds.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/win2024/entries/plotinus/>. (Consultado el 07/04/2025)

Karikó, K.; Buckstein, M; Houping, N; Weismann, D. (2005) Suppression of RNA Recognition by Toll-like Receptors: The Impact of Nucleoside Modification and the Evolutionary Origin of RNA. (agosto, 2005) *Imnunity.* Volumen 23, Issue 2 pp:165-175. https://www.cell.com/immunity/fulltext/S1074-7613(05)00211-6

Kraut, Richard, "Plato", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2022 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL= <https://plato.stanford.edu/archives/spr2022/entries/plato/>. (Consultado el 07/04/2025)

Lucier, P. (2012) The Origins of Pure and Applied Science in Gilded Age America Source: *Isis* , Vol. 103, No. 3 (September 2012), pp. 527-536 Published by: The University of Chicago Press on behalf of The History of Science Society Stable. URL: https://www.jstor.org/stable/10.1086/667976

Quintanilla, M. A. (2017) Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología. *FCE. Fondo de Cultura Económica* 2ª ed. — México 2017. ISBN 978-607-16-5041-2.

Ruiz Desviat, L. (2023) La ciencia del ARNm, vacunas COVID-19 y Premio Nobel de Medicina 2023 (Noviembre 2023). *SEBBM (Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular)*. DOI: https:/doi.org/10.18567/sebbmdiv_R.202311

Yaghmaie, A. (2017) How to Characterise Pure and Applied Science. *International Studies in the Philosophy of Science,* 31:2, 133-149. ISSN: 0269-8595 (Print) 1469-9281 (Online) Journal homepage: www.tandfonline.com/journals/cisp20 https://doi.org/10.1080/02698595.2018.1424763