

Biología: ciencia o técnica

Biotechnology: science or technique

LUIS ARMANDO GÁLVEZ ORDAZ¹ / ANGEL DANIEL RAMÍREZ HERRERA² /
RODOLFO VERA GARCÍA³

Introducción

Cuando escuchamos la palabra ciencia ¿Qué se nos viene a la cabeza? ¿Naves espaciales? ¿personas con batas blancas mezclando fluidos de colores estrafalarios en tubos y recipientes de vidrio? ¿Fórmulas matemáticas escritas en todo un pizarrón? A medida que nos adentramos en el mundo académico el concepto que formamos en nuestra cabeza sobre esta palabra se vuelve más importante. Sobre todo, si hemos decidido precisamente dedicarnos a “ser científicos”. Por eso es necesario hacer una pausa y preguntarnos, ¿qué es la ciencia? basta con buscar la palabra en la web o acercarnos a los libros para darnos cuenta de que existe una buena cantidad de definiciones; unas más técnicas y complejas que otras. Incluso es posible que, en lugar de aclararnos lo que significa la ciencia, estas fuentes de información produzcan en nosotros una idea confusa de su significado.

Por otro lado, para la gran mayoría de las personas la ciencia parece ser algo muy complicado, una cosa que sólo pueden hacer los “genios”, que sólo ellos comprenden, y que está lejos de nuestra vida diaria. Sin embargo, algo que se puede afirmar con toda certeza es que convivimos con ella directa o indirectamente desde el momento en que nacemos. El problema es que, con tantas ocupaciones, distracciones o lo ajetreado de la vida cotidiana, pocas veces nos detenemos a pensar en nuestra relación con la ciencia; y, por supuesto, muchas veces no tenemos un concepto claro al igual que

¹ Alumno del Doctorado en Ciencias en Conservación del Patrimonio Paisajístico en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN, Unidad Michoacán. E-mail: lgalvez01800@alumno.ipn.mx <https://orcid.org/0000-0002-4609-7616>

² Alumno del Doctorado en Ciencias en Conservación del Patrimonio Paisajístico en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN, Unidad Michoacán. E-mail: aramirez01806@alumno.ipn.mx <https://orcid.org/0000-0002-2487-7240>

³ Estancia posdoctoral en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN, Unidad Michoacán. E-mail: rdlf.vera74@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-1619-1134>

provechoso de lo que ella es, así como cuál es la importancia de pensar en estas cosas, aunque no seamos científicos.

Además, es lógico pensar que al no tener clara la idea de ciencia es muy probable que confundamos ciencia con tecnología y a su vez, estas dos con técnica, por lo que para aclarar la idea confusa entre cada uno de estos conceptos buscaremos definirlos, distinguirlos y aplicarlos en el ejemplo de una rama científica llamada biotecnología.

Ciencia

Entonces, ¿Qué es la ciencia? Antes de definirla es necesario clarificar algunas cosas. Podemos comenzar diciendo que el fin último de la ciencia es generar conocimiento. En otras palabras, la ciencia es el método humano por excelencia, el más prístino e infalible, para comprender o aprehender lo que está a nuestro alrededor. Ante esta afirmación puede que surja la primera complicación: ¿De verdad el fin último de la ciencia es generar conocimiento? Basta con ver las noticias de la televisión o poner atención a lo que sucede en el mundo para constatar que, de hecho, gran parte del trabajo científico está al servicio de las grandes corporaciones, de las fuerzas militares o de los gobiernos. Un ejemplo evidente de esto es la consternación que se ha estado viviendo por el COVID-19 (al igual que otras enfermedades). Muchos investigadores alrededor del mundo invirtieron todas sus energías, inteligencia y tiempo para encontrar la vacuna contra ese virus. Lo que normalmente se consigue después de varios años de estudio, quizá veinte o treinta años aproximadamente de investigación y desarrollo, esas personas lo consiguieron en un lapso menor a un par de años ¡Fue un logro increíble! Sin embargo, las vacunas al ser propiedad intelectual de unas pocas farmacéuticas las monopolizaron. Éstas vendían caro al igual que selectivamente, el medicamento a los gobiernos del mundo, produciendo enormes riquezas para los dueños de esas empresas y salvando a cientos de miles de personas. Por otro lado, quienes no pudieron adquirir la vacuna, porque su país no tuvo el recurso suficiente para administrarlas adecuadamente a todos sus habitantes, fallecieron.

Desafortunadamente, aunque en efecto la ciencia produce conocimiento, éste mismo sirve para fines tan mezquinos como enriquecer a unos pocos a costa del sufrimiento humano, para desarrollar armas o dispositivos cada vez más destructivos y poderosos, así como para dominar a otras naciones para saquear sus riquezas. Sin embargo,

también ha traído consigo grandes beneficios, la sociedad actual no sería nada de lo que es ahora sin ella. El traslado de sujetos, mercancías y objetos a través de grandes distancias en menor tiempo, la comunicación instantánea entre usuarios que se encuentran de un lado a otro del globo terráqueo, o los medicamentos que ayudan a tratar enfermedades que antes eran letales, son solo algunas de las cosas que ya forman parte de la cotidianidad gracias a la ciencia.

Por eso, cuando reflexionamos sobre lo que es la ciencia, también es importante considerar los objetivos por los que queremos hacer ciencia y las consecuencias que acompañan los progresos científicos, pues, detrás de todo logro humano existe un compromiso ético que nos hace responsables de las consecuencias de su uso.

Una vez señalado lo anterior es necesario definir qué es la ciencia, pero para poder encontrar una buena definición de la ciencia puede ser provechoso aproximarnos a las ideas que han planteado algunos de los grandes filósofos. A primera vista podría parecer extraño que para definir la ciencia recurramos a lo que dijeron “unos filósofos”. ¿Qué tienen que ver ellos con la ciencia? Bueno, de hecho, es con los filósofos de la antigüedad, que vivieron hace más de dos mil años, con los que empezó lo que hoy llamamos ciencia. Para entender el concepto y significado de la ciencia es importante echar un vistazo a su desarrollo histórico, a la manera en que los primeros pensadores de que se tiene registro en la historia de la humanidad se hicieron preguntas acerca de las plantas, los animales, la tierra y las estrellas. Ahí, en la Grecia antigua, es donde comienza todo.

Antes de la aparición de los primeros filósofos, la explicación que se daba sobre el origen de la vida y el mundo tenía que ver con la mitología. El rayo, por ejemplo, era la manifestación de la furia del dios Zeus. Dependiendo de las ideas de unas culturas y otras, la luna y el sol eran divinidades que morían y renacían cada día. La tierra estaba sostenida por cuatro elefantes que, a su vez, estaban parados sobre una tortuga gigante... cosas así. A nadie se le ocurría cuestionar estas ideas pues eran sagradas, y se consideraba una ofensa hacia los dioses cuestionarlas.

Pero en Grecia, aproximadamente durante el siglo V a.C., algunos sabios y estudiosos desarrollaron una forma de pensamiento, digamos que una manera de ver el mundo, que no solamente cuestionaba la existencia de los dioses, sino que exigía alguna clase

de prueba o evidencia de lo que se afirmaba sobre ese mundo. Así es como nació la filosofía y, con ella, también, la ciencia.

Aunque son muchos los filósofos que aportaron sus ideas y conocimientos a la construcción de la ciencia y de la filosofía, son dos los que destacan por la huella que dejaron en el desarrollo del pensamiento humano. Uno de ellos es Platón.

Platón nació probablemente en Atenas (algunos afirman que fue en Egina) alrededor del año 427 a.C. y murió en el 347 a. C. Escribió la mayoría de sus obras en forma de diálogos. En ellas discutió prácticamente todos los temas fundamentales de la ciencia y la filosofía. Por ejemplo, ¿Qué es el ser? ¿De qué están hechas las cosas? ¿Qué es la verdad? ¿Cómo conocemos lo que nos rodea? ¿Qué es el lenguaje? entre muchos otros. Su método consistía, a grandes rasgos, en examinar cuidadosamente lo que cada quién sabía sobre su propia área de conocimiento y llevar, a través del razonamiento lógico, a estas personas a un gradual perfeccionamiento de su propio saber. Una de las mayores aportaciones de Platón a la ciencia fue, entonces, el desarrollo de una argumentación lógica y coherente para manifestar nuestras ideas.

El otro filósofo griego que ha dejado una gran huella en el desarrollo científico de la humanidad es Aristóteles. Este filósofo, nacido en Estagira en el año 384 a. C. y muerto en Calcis en el 322 a. C., discípulo de Platón, investigó y escribió sobre prácticamente todas las ramas del conocimiento humano de su tiempo: botánica, poesía, astronomía, geografía, lógica, retórica, metafísica, química, metalurgia, etc. Uno de sus principios fundamentales y que hoy es parte esencial del método científico es el de la observación. Aristóteles era un observador curioso y muy agudo de todo lo que lo rodeaba. Registraba meticulosamente sus hallazgos y luego los discutía con sus colegas y estudiantes para sacar conclusiones acerca de la realidad.

Aunque ya han pasado más de dos mil años, los planteamientos que acabamos de mencionar de estos dos filósofos siguen siendo perfectamente vigentes. Y nos ofrecen una lección importante sobre nuestra propia actitud científica: Cuando nos expresamos de manera oral o por escrito ¿Nos aseguramos de que nuestras ideas estén organizadas con coherencia lógica? ¿Ofrecemos a los demás argumentos o solamente opiniones sin fundamento? ¿Somos capaces de observar cuidadosamente lo que nos rodea y de hacernos preguntas sobre ello?

Muchos siglos después, durante el siglo XVII para ser exactos, otro filósofo, René Descartes, realizará nuevas contribuciones al desarrollo de la ciencia. Este filósofo francés nació en La Haye en Touraine en 1596 y murió en Estocolmo, Suecia, en 1650. Además de sus contribuciones al desarrollo de la geometría, la aritmética y el álgebra, en su más famoso libro *El Discurso del método*, plantea una serie de reglas para la investigación científica. Propone que las creencias en las que hemos sido educados muchas veces pueden estar equivocadas y que un principio fundamental de su método es dudar de lo que nos han dicho. La única guía segura para encontrar la verdad de lo que nos rodea es nuestra propia razón y para ello debemos ejercitarla continuamente y no dar por sentado nada de lo que “sabemos”. Según Descartes, estamos siempre propensos al error, pero con un continuo ejercicio de nuestro entendimiento y de cuidadoso trabajo, podemos ir reduciendo las posibilidades de fallar en nuestra apreciación de la realidad.

En nuestros tiempos, tan llenos de falsas noticias, de desinformación y malicia, convendría volver a leer el *Discurso del método* para adquirir la muy científica costumbre de verificar la información que se nos ofrece. Sobre todo, porque es común que bajo la fórmula: “científicos descubrieron...” o “según los científicos...” se nos transmita información de dudosa veracidad, bajo el supuesto ropaje de la cientificidad, que no cumple con el rigor necesario y contribuye a confundirnos.

Otro filósofo que vale la pena mencionar como pilar del conocimiento científico contemporáneo es Immanuel Kant. Nacido en Königsberg en 1724 y muerto en esa misma ciudad prusiana (hoy territorio ruso) en 1804. De entre las múltiples aportaciones al desarrollo de la ciencia está la síntesis entre racionalismo (es decir, el énfasis en que la razón es lo más importante para el conocimiento, como afirmaba Descartes) y el empirismo (o sea, la afirmación de que todos nuestros conocimientos proceden directamente de la experiencia, como sostenían los filósofos ingleses Locke, Berkeley y Hume). Para Kant tanto nuestros sentidos como nuestra razón son fuentes de conocimiento y lo que habría que hacer es utilizar ambas en busca del conocimiento más firme posible. Además, Kant propone que el sujeto es quién conoce al objeto, quien deposita en el objeto lo que el sujeto tiene en su conciencia, creando así una relación entre el sujeto que quiere conocer y el objeto a conocer. De esta relación el sujeto se da cuenta de que no es posible conocer absolutamente el objeto real “tal como es”, sino

solamente su manifestación ante nuestros sentidos, es decir, como fenómeno. La verdad de las cosas, entonces, siempre es relativa a quien las quiere conocer.

A estas alturas, a partir de este breve repaso por la filosofía, podemos ya tener una buena noción de lo que es la ciencia. Podemos entenderla como una manera de conocer el mundo (todo lo que nos rodea) cuya particularidad es su propio método: debe ser lógico (o sea, argumentativo), empírico (es decir, basado en observaciones cuidadosas) y que permita a cualquiera que realice lo anterior verificar lo que se afirma o refutar si se cometió algún error. A partir de la aplicación del método científico se puede construir (y así se ha hecho desde los griegos) un conocimiento progresivamente más exacto y preciso del mundo.

De la Biociencia a la biotecnología

Ahora bien, ya hemos definido a grandes rasgos las implicaciones y lo que es la ciencia, pero ¿qué pasaría si a nuestro concepto de ciencia le adjuntamos el prefijo bio? Que a su vez es un elemento compositivo, el cual de acuerdo con la Real Academia Española significa cuestiones referentes a “organismos vivos” o la “vida” misma, siendo así ¿Qué sería la biociencia? Bueno, cambiaría sustancialmente su enfoque antes definido, más no su base. Puesto que la biociencia al igual que la ciencia buscará la manera de conocer el mundo que nos rodea, sus objetos de estudio y/o intereses fundamentales serán todos aquellos que estén relacionados con la investigación de los organismos vivos al igual que todas las complejidades asociadas con estos, llámense sistemas, procesos o interacciones biológicas. Asimismo, sigue su propio método lógico mediante modelos teóricos y análisis computacionales, así como experimentos y observaciones de carácter empírico. Dicho método, le permite explorar la naturaleza misma de la vida de todos los organismos conocidos actualmente, de dónde provienen, cuáles son sus principios fundamentales, cómo se relacionan en su entorno o con otros organismos, además de las implicaciones éticas que resultan durante la investigación científica en este campo.

Probablemente sea difícil ver la relación directa de las biociencias con la vida diaria... o quizás no, debido a que tienen implicaciones en otros campos de la ciencia como la medicina, la agricultura, las ciencias ambientales, entre otras. Por ejemplo, retomando lo antes mencionado sobre la pandemia del COVID-19. La biociencia fue parte de los

pilares fundamentales para encontrar los tratamientos contra el virus. Haciendo un muy breve resumen diremos que primero se determinó el origen de la enfermedad, luego se hizo la secuenciación genética del agente infeccioso, se determinó cómo es que se transmite, así como su modo de accionar dentro de los organismos, para finalmente buscar un tratamiento eficaz y eficiente contra él. Durante este proceso, diversas ramas del conocimiento tuvieron incidencia directa como la ecología, la virología, la inmunología, la microbiología, por mencionar algunas pertenecientes a la biociencia.

Tanto la ciencia como la biociencia implican la generación pura de conocimiento sin importar si es aplicado o no, es decir, son meras abstracciones de la realidad. Por ejemplo, la vacuna contra el COVID-19, se gestó a partir del conocimiento y de las bases biocientíficas existentes, más no es que se haya hecho “ciencia” por sí misma. Fue un desarrollo tecnológico o, más precisamente, biotecnológico. Sin embargo, es probable que cuando se habla de desarrollos tecnológicos se haga alusión más a cuestiones de smartphones, realidades virtuales o programas de computadoras, pero no, la tecnología abarca un abanico más amplio que solamente eso. Ya que, para darle realidad o un uso práctico/cotidiano a la ciencia, se requiere un proceso de tal forma, que se tenga la capacidad de transformar o combinar algo que ya existe para construir algo nuevo o darle otra función, eso es realmente el significado de la tecnología.

Por lo tanto, tecnología puede tener su origen en la intuición a partir de la observación, como nuestros ancestros en la antigüedad, dando como resultado herramientas de recolección, para la caza al igual que para la siembra, o bien, como en las sociedades actuales que provienen de conocimientos de origen científico, como los softwares al igual que los hardware de los smartphones o las vacunas y medicamentos para el tratamiento de enfermedades. Por tanto, la tecnología no es más que la aplicación del conocimiento para la resolución de problemáticas cotidianas. Así, para resumir, si el componente práctico de la ciencia es la tecnología, el componente práctico en la biociencia es la biotecnología.

Siguiendo una secuencia lógica, entonces, la biotecnología es la aplicación práctica del conocimiento generado por las biociencias para desarrollar nuevos productos y procesos como las vacunas para el tratamiento del COVID-19. En otras palabras, el enfoque central de la biotecnología es la utilización de organismos vivos, sus

componentes (enzimas, proteínas o ADN) o los procesos inherentes a ellos, para desarrollar aplicaciones prácticas y así resolver diversas problemáticas de interés global... o incluso personal, lo que la convierte en el puente entre lo cotidiano y la biociencia. No obstante, esto puede suscitar conflicto al no ver realmente una relación directa, por ello, para entender más fácilmente lo anterior, algunas teorías clave de la biociencia que han sido aplicadas en la biotecnología, son:

La teoría de la evolución es uno de los puntos fundamentales en la biociencia. Esta teoría postula que todos los organismos evolucionan a través del paso del tiempo como resultado de la selección natural, lo que favorece ciertos rasgos que les proporcionan ventajas en la lucha por la supervivencia... o no, lo que provoca que las especies que no se adaptan a su entorno se extingan. Esta teoría evolutiva, aunada a las leyes de Mendel que tratan sobre la transmisión por herencia genética de las características de los organismos a su descendencia se han aplicado directamente en la biotecnología, para desarrollar nuevas variedades de plantas y animales mediante técnicas de ingeniería genética, al estudiar a los organismos como sistemas integrados, al comprender las complejas interacciones que impulsan a los procesos biológicos en beneficio del ser humano. Un ejemplo claro son los cultivos actuales que, comparados con los de hace unos siglos, son mucho más resistentes, productivos y adaptables.

La teoría celular, que afirma que todos los organismos se componen de una o más células, que, a su vez, son la unidad básica estructural y de organización en todos los organismos, y que esas células se originaron de células preexistentes. La teoría celular se ha aplicado en biotecnología para generar organismos celulares específicos, que realicen funciones determinadas como la generación de productos farmacéuticos necesarios para la salud humana, la producción de biocombustibles o la limpieza de contaminantes ambientales, que tienen grandes impactos en el medio ambiente y la sociedad. Un ejemplo de lo anterior son los microorganismos capaces de degradar hidrocarburos, así como los microorganismos genéticamente alterados que pueden generar biocombustibles de cuarta generación.

La teoría microbiana de la enfermedad postula que los microorganismos son la causa de un amplio espectro de enfermedades. Esta teoría se ha aplicado en biotecnología para comprender mejor las bases biológicas de las enfermedades infecciosas, desarrollar y diseñar nuevos fármacos al igual que terapias (medicina personalizada),

así como para diseñar modificaciones genéticas que manipulan la expresión de genes para las características deseadas.

En general, estas teorías proporcionan un amplio marco para comprender la naturaleza compleja de las biociencias y cómo se han adoptado mediante la biotecnología para impulsar los avances científicos e innovaciones tecnológicas. Sin embargo, al igual que como se comentó al inicio acerca del uso indebido y codicioso de la ciencia durante la pasada pandemia, también se plantean varias preocupaciones éticas, relacionadas con el uso de organismos vivos para el beneficio humano, así como cuestiones relativas a los derechos de propiedad intelectual, la seguridad y la regulación tales como:

En la ingeniería genética, que se define como la modificación a nivel estructural del genoma mediante la manipulación del ADN de organismos vivos de animales, plantas e incluso los humanos, para cambiar sus características. Aquí se han planteado preocupaciones sobre qué tan seguras son las manipulaciones del material genético de los organismos vivos, ya que los efectos a largo plazo son desconocidos, por ejemplo, ¿Qué tan seguro es el uso de los organismos genéticamente modificados en los seres humanos y el medio ambiente?

En las pruebas con animales, la biotecnología para beneficio o perjuicio de nuestra sociedad depende en gran medida de las pruebas con animales para desarrollar nuevas terapias y productos para uso humano. Sin embargo, esta práctica plantea preocupaciones éticas sobre ¿Los animales tienen derechos?, y si es así, ¿Cuáles son y a quiénes se aplican? además, ¿Qué pasa con su bienestar? ¿Se deben realizar pruebas, aunque estás los atrofien de por vida o les generen la muerte?

En la propiedad intelectual de los desarrollos tecnológicos, ya que las innovaciones biotecnológicas a menudo se basan en patentes para proteger los derechos de propiedad intelectual. Sin embargo, esto plantea que se cuestione sobre la propiedad y accesibilidad del conocimiento científico, así como el impacto de patentar las nuevas tecnologías. Porque ¿Es realmente ético que no se salven vidas humanas por no tener acceso a desarrollos biotecnológicos por falta de recursos?

En el impacto ambiental, que actualmente es una de las preocupaciones más grandes, ya que las biotecnologías, como los cultivos genéticamente modificados y los biocombustibles (por mencionar algunos), tienen el potencial de afectar el medio ambiente de manera tanto positiva como negativa. Esto plantea preocupaciones sobre

la sostenibilidad al igual que la seguridad de estas tecnologías, así como su impacto en la biodiversidad.

En general, las preocupaciones éticas que rodean a la biotecnología reflejan su naturaleza compleja e interdisciplinaria, que destacan la necesidad de marcos éticos de amplios horizontes disciplinarios para guiar el progreso científico y la innovación.

De la biotecnología a la tecnificación

En otro orden de ideas, para concluir la diferenciación entre biociencia, biotecnología y tecnificación, se requiere conceptualizar esta última. La tecnificación, a grandes rasgos, sería el conjunto de destrezas, habilidades, procedimientos o metodologías que se van desarrollando a través del aprendizaje, la experiencia y la repetición para generar de cierta manera maestría en un proceso determinado. En otras palabras, cuando se repite un proceso o metodología consecutivamente, de tal forma que se llega a una especie de mecanización, es ahí donde surge la tecnificación. Así, la tecnificación de la biotecnología sería el punto cúspide de la repetición y optimización en los métodos, procesos y fabricación de productos biotecnológicos. En general, la tecnificación de la biotecnología es un aspecto importante del avance a nivel industrial e incluso en la investigación, debido a que mejora la eficiencia y la eficacia de los procesos en la aplicación de la biociencia a la biotecnología. Lo anterior implica integrar avances de diferentes campos del conocimiento, como la informática, la ingeniería y la automatización, entre otros. Algunos ejemplos de la tecnificación de la biotecnología serían:

Los bioprocesos, que son reacciones en las que se usa células vivas completas o sus componentes para realizar cambios físicos o químicos deseados para la creación de diversos productos, mediante el uso de biorreactores, aparatos de cultivos celulares y otras tecnologías. A través de estas técnicas se pueden obtener biocombustibles, productos químicos industriales, productos farmacéuticos o de cualquier índole con base orgánica.

La secuenciación genómica, basada en procesos que determinan la sucesión de los compuestos presentes en el ADN en el genoma de un organismo a través de la secuenciación de alto rendimiento, softwares de bioinformática para analizar datos

genéticos que pueden ser implementadas para la medicina personalizada, el diagnóstico genético y la edición de genes.

La edición genética, que, como su nombre lo indica, es la manipulación, modificación o alteración directa de una secuencia de ADN determinada dentro del genoma, para lo cual se utilizan tecnologías como la CRISPR-Cas9 para modificar con precisión genes en una variedad de organismos, incluidos animales y plantas.

La bioimpresión, que utiliza tecnologías de impresión 3D para crear materiales biológicos, como tejidos humanos, o cualquier compuesto orgánico de interés que puede ser utilizado para investigaciones y terapias médicas.

Algunos otros ejemplos de tecnificación de la biotecnología pueden incluir el uso de la automatización robótica en la fabricación farmacéutica o el uso de inteligencia artificial, así como modelado para mejorar los procesos de descubrimiento de fármacos. Como se observa, la tecnificación optimiza y mejora la eficiencia de procesos y metodologías, lo cual permite a la tecnología producir mejores avances tecnológicos. Pero ojo, este proceso llamado tecnificación no es meramente ciencia, sino una herramienta que ayuda a generar experiencia dentro de esta.

353

Conclusión

La ciencia es parte esencial de nuestra vida a pesar de no estar en contacto directo con nosotros para su desarrollo. Sin embargo, cualquier individuo con pensamiento crítico puede tomar parte en el desarrollo de nuevos conocimientos científicos. Ya que, el fundamento principal de la ciencia es la sistematización estructurada del conocimiento mediante un método lógico, riguroso y comprobable, como se mencionó al principio. El conocimiento generado no necesariamente se aplica para el “desarrollo” y/o el “progreso” del bien social. Por lo tanto, los científicos deben o deberían ser conscientes y conocer la ética de los conocimientos generados a partir de sus investigaciones por todas las complejidades asociadas a ellos dentro y fuera de su lugar de acción.

Por otra parte, es importante recalcar las diferencias en los conceptos descritos en este texto. Las biociencias son la teorización de lo que llamamos realidad, así como todo lo relacionado con los seres vivos, desde sus fundamentos como individuos hasta las complejas interrelaciones que se gestan entre ellos, para lo cual, el método científico;

principalmente el hipotético-deductivo es la herramienta que facilita y optimiza dicho conocimiento. Por su parte, las biotecnologías son puramente la aplicación práctica de los conocimientos mayoritariamente biocientíficos para la resolución de problemas o su simplificación. Esa, podríamos decir, es su herencia o su fundamento científicos. Lo que lo hace el vínculo entre lo cotidiano que nos rodea y las teorías de la biociencia. Cabe aclarar que, si bien la biotecnología está "informada" por la biociencia, implica diferentes consideraciones, lo que a menudo requiere enfoques interdisciplinarios con gran peso en las consideraciones éticas por los alcances que tiene. Por último, la tecnificación de la biotecnología que involucra la incorporación de tecnologías, métodos o procesos que normalizan una actividad a tal grado que se vuelve algo cotidiano implica que quienes nos dedicamos a la ciencia, la biociencia y la biotecnología debemos estar al pendiente de las relaciones entre la filosofía (con sus reflexiones éticas sobre la acción humana sobre el mundo que nos rodea) y la ciencia. Aplicar la ciencia no sólo implica preguntarse ¿Puedo? sino ¿Debo?